

DM642 采集彩色线阵 CCD 图像 EDMA 帧的设计

贾方, 史智兴*, 蔡洪岳 (河北农业大学信息科学与技术学院, 河北保定 071001)

摘要 基于专用视频/图像处理芯片 DM642 和彩色线阵 CCD TCD2252D 设计了一套实时图像采集处理系统。重点研究了在实时图像采集处理系统中, 使用 EDMA 来实时传输图像时, 视频缓冲区 FIFO 阈值与 EDMA 帧尺寸的设计。

关键词 DM642; 彩色线阵 CCD; EDMA; 图像采集

中图分类号 TP274.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2010)11-06027-02

Design of EDMA Frame Using DM642 Acquisition the Color Line Array CCD

JIA Fang et al (College of Information Science and Technology, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

Abstract Based on exclusive video / image processing chip DM642 and color linear array CCD TCD2252D, a real-time image acquisition and processing system were designed. Focus on the design of video buffer FIFO threshold and EDMA frame size, when using EDMA to real-time transmission image in the real-time image acquisition and processing system. This design provides a reference for high-precision measurement of object's movement time, speed and distance.

Key words DM642; Color linear CCD; EDMA; Image acquisition

随着科学技术的飞速发展, 高速、高精度、非接触在线实时检测技术为工农业自动化程度的提高作出了巨大的贡献, 并成为检测行业的发展方向。在精密播种机研制和产品鉴定工作中, 评价播种机质量的关键指标是播种粒距的均匀性。该设计基于专用视频/图像处理芯片 DM642 和彩色线阵 CCD TCD2252D 完成实时图像采集和处理, 用于对落地种子粒距均匀性的在线检测。实时图像采集处理系统要求系统必须在有限的时间内完成大量数据的传输和运算, 而传输的实时性决定了采集处理系统对图像处理的实时性。DM642 的增强型直接内存存取(EDMA)是数字信号处理器(DSP)用于快速数据交换的重要技术, 具有独立于 CPU 后台批量数据传输的能力, 能够满足实时图像处理中高速数据传输的要求。

利用 EDMA 进行数据传输时, 有 2 种启动方式, 一是由 CPU 启动, 二是由触发事件启动^[1-2]。该系统采用触发事件启动 EDMA 数据传输, 当视频缓冲区 FIFO 中数据长度达到阈值后, 便会触发 EDMA 操作, 将 FIFO 中的数据转移到 DM642 外部的 SDRAM 中。DM642 的视频口配置为 A、B 上下 2 个通道时, FIFO 缓冲区存储容量为 2 560 字节, 该系统采用彩色线阵 CCD TCD2252D 作为图像传感器, 每行像素数为 2 776^[3], 超过 FIFO 缓冲区存储量。视频缓冲区 FIFO 阈值与 EDMA 帧尺寸的设计对后续算法的复杂程度有很大影响。该设计可为测量高精度的物体运动时间、速度或距离提供了参考。

1 系统结构

该设计的整体结构如图 1 所示。主要由彩色线阵 CCD、DM642 处理器及处理电路组成, 前端通过线阵 CCD 图像传感器将光信号转换为电模拟信号, 并在 CPLD 提供的驱动脉冲的作用下输出, 经过线阵 CCD 专用视频信号处理器 XRD98L23ACD 芯片进行信号放大、A/D 转换等处理后输入到 TMS320DM642 中, TMS320DM642 将图像数据以 EDMA 的

方式存入外存储器, 等待进一步处理。DM642 根据图像识别和图像处理算法对数据进行处理后, 将结果输出到后台计算机, 完成种子间距的判读, 从而判断落地种子的均匀性。

图 1 中的 CPLD 用于产生线阵 CCD 图像传感器的驱动脉冲和视频信号处理器的控制信号, DM642 完成对数字图像数据的接收和处理, 并根据计算机传来的控制信息通过 GPIO 对视频信号处理器进行配置, 向 CPLD 发送控制信息控制图像采集的通断。Flash 中的固化应用程序、SDRAM 用于存放采集和经过处理的图像数据。计算机的作用是接收 DM642 预处理的图像数据和向 DM642 发送控制信息^[3-6]。

2 DM642 的 EDMA 控制器

利用 EDMA 可以实现片内存储器(L2 SRAM)、片内外设以及外部存储空间之间的数据转移。在 DM642 中, 与 DMA 控制器相比, EDMA 控制器具有几个增强的特性: ①提供了 64 个增强通道; ②可设置这些通道的优先级; ③可以实现数据传输的连接。EDMA 控制器由以下几部分组成: ①事件和中断处理寄存器; ②事件编码器; ③参数 RAM; ④地址产生硬件^[1-2]。

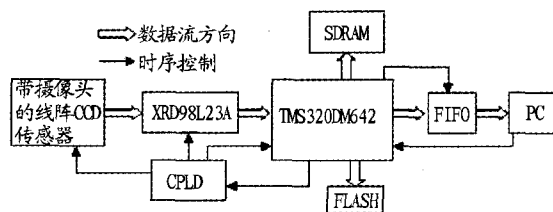


图 1 系统结构框

Fig.1 System structural framework

EDMA 有 64 个通道, 每个通道都有相应事件与之关联, 事件寄存器控制对 EDMA 事件的捕获。1 个事件相当于 1 个同步信号, 由它触发相应的 EDMA 通道开始数据传输。如果有多个事件同时发生, 由事件编码器对它们进行分辨。EDMA 的参数 RAM 中存放有与事件有关的传输参数, 这些参数被送入地址产生硬件, 从而产生读写操作所需地址。

3 传输参数与参数 RAM

DM642 的 EDMA 控制器基于 RAM 结构。参数 RAM (Parameter RAM, PaRAM) 的容量为 2 KB, 参数 RAM 中保存

作者简介 贾方(1983-), 女, 河北保定人, 硕士研究生, 研究方向: 计算机检测与控制。* 通讯作者。

收稿日期 2010-01-25

的内容包括 64 个 EDMA 通道所对应的 64 个参数组。每组包括 6 个字(24 字节),共 1 536 字节。21 个用于重加载/链接的传输参数组,每组参数包括 24 字节;8 字节空余的 RAM 可以作为“草稿区”(Scratchpad Area)^[1-3]。一旦捕获到某个事件,控制器将从 PaRAM 顶部的 64 组入口参数中读取数据对应的控制参数送往地址发生器硬件。表 1 中的 1 组 EDMA 传输参数的内部结构,共 6 个字,192 bit。可以通过 32 bit 的外设总线对 EDMA 的参数 RAM 进行访问。

表 1 EDMA 的参数存储结构
Table 1 EDMA parameter storage structure

字节 Byte	EDMA 事件的通道参数 EDMA channel parameter	参数简称 Parameter abbreviation
Word0	EDMA 通道可选参数	OPT
Word1	EDMA 通道源地址	SRC
Word2	帧/阵列计数(FC)、数据单元计数(EC)	CNT
Word3	EDMA 通道目的地址	DST
Word4	帧/阵列索引(FIX)、数据单元索引(EIX)	IDX
Word5	数据单元计数重载、连接地址	RLD

EDMA 通道可选参数(OPT),32 bit,用户可以根据情况选择设置该参数。源/目的地址,32 bit,用于存放 EDMA 访问起始的源地址和目的地址,可以通过可选参数中的 SUM/DUM 位设定对 SRC/DST 地址的修改方式。阵列(二维)或者帧(一维)计数参数(CNT),计数参数由 2 部分组成,低 16 位为数据单元个数,高 16 位为阵列或者帧个数。其参数范围为 0~65 535,但实际传输的个数为该值加 1,即 1~65 536。阵列(二维)或者帧(一维)索引参数(IDX),索引参数由 2 部分组成,低 16 位为数据单元索引,高 16 位为阵列或帧索引。其参数为 16 位的有符号数。索引参数为地址修改值。数据单元索引只应用于一维传输,为下一数据单元的地址偏移值(二维传输不允许数据单元间隔存放)。帧/阵列索引用于控制下一帧/阵列的地址索引。数据单元计数重载地址参数(RLD),数据计数的重载用于在每帧最后一个数据元素传输之后,重新加载传输计数值。

4 EDMA 的传输操作

4.1 EDMA 传输的设置 EDMA 的数据传输有 2 种类型,分别为一维数据传输和二维数据传输。一维数据的传输根据同步事件的不同分为单个数据同步(设置 FS 位为 0)和帧同步(设置 FS 位为 1)2 种。笔者采用一维帧同步传输。一维数据由多帧的多个数据组成。每帧中数据的个数必须相等,每帧的传输都需要重新设置。帧与帧之间的地址可以是固定、连续或者相互之间是可变的偏移量。每帧中的数据地址可以是连续或者相互之间是固定的偏移量^[5-6]。

在视频捕获时,视频缓冲区 FIFO 中数据长度达到阈值后,便会触发 EDMA 操作,将 FIFO 中的数据转移到 DM642 外部 SDRAM 中。缓冲区阈值可以编程设定,FIFO 阈值的单位为 64 位,即双字长,阈值最大为 FIFO 通道大小。对于视频捕获模式,其首选是 1 行或 1/2 行或 1/4 行的数据量。为了每场数据全部传送完毕,且无遗漏,每次 EDMA 传输数据的大小应等同于该阈值,且每一帧的数据应为每次传输数据量的整数倍。

线阵 CCD 采集的图像都是逐行扫描的,对于每行几百个像素的线阵 CCD,阈值和 EDMA 帧大小完全可以设置为一行的数据量。该系统使用视频捕获 8 bit RAW 模式,3 路数字信号分别占用视频口 0 的 A、B 通道和视频口 1 的 A 通道,每个通道 FIFO 缓冲区的大小为 2 560 字节^[7]。但是 TCD2252D 的实际像素数为 2 776,超过了 FIFO 的容量,为了保证采集图像的完整性和后续算法的简单性,结合 EDMA 传输源/目的地址设置的灵活性,笔者设计了以下解决办法。

4.2 FIFO 阈值和 EDMA 帧大小的设计 在视频捕获模式下,向 FIFO 中写入数据时,一行数据的大小应该为 8 字节的倍数,如果行结束时,并未收到实际的 8 个字节视频数据,视频口的流水线机制会自动将不够的字节以默认数据填充,但绝不会将下一行的数据补充进来。

为了增加 EDMA 的效率,通常转移一行所需帧的转移次数越少越好,通常为双字长数值的所有约数中除去 1 以外的最小约数。如果一行线阵 CCD 的像素数为 2 720,可构成 340 个双字长,且 340 为合数,340 所有约数除去 1 以外最小的为 2,因此为了减少 EDMA 帧转移次数,可使阈值和 EDMA 帧大小设 $340/2 = 170$ 双字长。把这 2 776 个像素看成 2 行,每行为 1 388 个像素,阈值设为 174,EDMA 帧大小也设为阈值大小,虽然每行不能构成双字的倍数,使得行标志到来时,会有 4 个字节的默认数据填充,使后面每幅图像大小的行数的确定变得容易,由 EDMA 进行 2 次帧转移,其实际只转移了整一行,与下一行像素无任何联系。同时,通过设置 EDMA 入口参数中的地址增量寄存器 FRMIDX 的值,使地址增量比帧小 4 个字节,即填充覆盖每行的 4 个字节,便舍去了 4 个字节默认数据的填充^[7](图 2)。

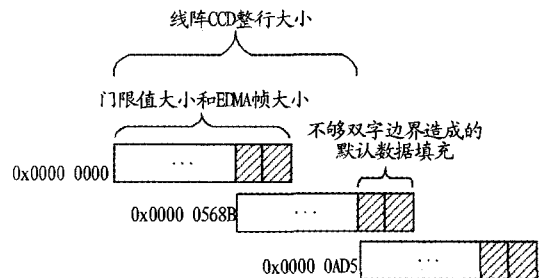


图 2 默认填充数据的覆盖

Fig. 2 The coverage of default padded data

5 结论

将数据在不同存储空间转移的任务交给 EDMA 完成,而 CPU 仅用于数据的计算,提高系统的实时传输和处理能力。该系统为测量高精度的物体运动时间、速度或距离提供了参考。

参考文献

- [1] TMS320C6000 DSP Enhanced Direct Memory Access (EDMA) Controller Reference Guide, SPRU234C[Z]. Texas Instruments Incorporated, November 2006.
- [2] 韩非,胡春海,李伟. TMS320C6000 系列 DSP 开发应用技巧—重点难点剖析[M]. 北京:中国电力出版社,2008.
- [3] 蔡洪岳. 基于 DSP 的径赛终点图像采集与成绩判读系统研究[D]. 保定:河北农业大学信息科学与技术学院,2007.
- [4] 刘嵩,喻胜辉,刘海华,等. 基于 EDMA 的多通道数据传输的实现,计算机测量与控制,2009(17),1429-1431.

(下转第 6030 页)

是,“十日广栽植。谓麻、麦、粟、豆、果、瓜、蔬菜,凡可以为养生之资者,广务栽种,则自然农足^[14]”。由此可见,官方为推广旱地作物花费了大量心力,既提供种子,又以不收新种作物的租税为号召,组织、鼓励南方农民开辟新的生产领域,收到了良好效果。

南宋时期,为推广春麦种植,宋孝宗率先在宫中亲自种植,据《中兴圣政》卷59《诏劝农种春麦》载:“内出正月所种春麦,并秀实坚好,与八九月所种无异。诏降付两浙、淮南、江东西漕臣劝民布种”。南宋政府也多次发布劝民种麦的诏令。隆兴七年(1169年),孝宗诏令江东西、湖南北、淮东西路帅、漕臣劝民广种小麦^[8];乾道七年(1171年),诏“江东西、湖南北帅漕臣,日下措置,官为借种,责守令劝谕招诱大姓,假贷农民,与依贩集贩资格推恩,趁时广行种麦^[13]”。淳熙七年(1180年),“复诏两浙、江、淮、湖南、京西路潜臣,督守令劝民种麦,务要增广。自是每岁如之。……于是,诏诸路潜舟、常平司以常平麦贷之^[8]”。嘉定八年(1215年),宁宗又下诏,令“两浙、江、淮路,谕民杂种粟、麦、麻、豆^[15]”。中央要求各州军每年报告种麦的亩数,韩元吉《南涧甲乙稿》卷18《建宁府劝农文》即谓:“然朝廷督厉州县,每傅民多种二麦,至籍其顷亩,具簿册以干御览,盖以岁丰,为不可常恃,欲备荒歉而接食也。”

2.2 地方官认真推广小麦粟种植 粟、豆、麻等几种作物生长需要较少的水分,在旱地栽种比较合适,因此这些作物的推广,可以利用不适合稻作的荒地,使农地的利用面积得到增加。朝廷非常重视这些粮食作物的推广,采取与推广种麦相同的措施,允许这些作物的收成全归佃户所有,地主不得分取租课。《宋史》卷173《食货志上一农田》载:“嘉定八年,左司谏黄序奏:‘雨泽想期,地多荒白,知余杭县赵师恕请劝民杂种麻、粟、豆、麦之属,盖种稻则费少利多,杂种则劳多获少,虑收成之日,田主欲分,官课责输,则非徒无益,若使之从便杂种,多寡皆为己有,则不劝而勤民可无饥。望如所陈,下两浙、两淮、江东西等路,凡有耕种失时并令杂种,主毋分其地利,官无取其秋苗,庶几农民得以续食,官免振救之费’。从之”。这样,既减少了政府赈济救灾的费用,又调动了佃户栽培的积极性,可谓一举两得。

地方官吏秉承皇帝的旨意,积极倡导百姓因时因地种植这些作物。如韩元吉任职于婺州与建宁府时,要求“若豆与粟,度地所宜,犹可致力焉”,“今造茶夫云集,逮其将散,富家大室亦宜招集房客,假之种粮,以多耕荒废之壤,高者种粟,低者种豆,有水源者艺稻,无水源者播麦,但使五谷四时有收^[16]”;又如朱熹在南康军与漳州任职时反复要求人民种植粟、豆等作物,“山原、陆地可种粟、麦、麻、豆去处,亦须趁时竭力耕种,务尽地力,庶几青黄未交之际,有以接续饮食,不至饥饿”,“种田固是本职,然粟、豆、麻、麦、菜蔬、茄、芋之属,亦是可食之物,若能种植,青黄未交,得以接济,不为无补,今

仰人户更以余力广行栽种^[17]”。

2.3 北宋时十分重视兴修水利 宋初的水利侧重水路运输,至宋真宗以后,农田水利工程才陆续兴修起来。熙宁三年(1070年),王安石在考察了全国农田水利状况之后,在总结本朝法规的基础上制定了农田水利法,把农田水利建设推向高潮。

水利法规定,百姓官吏均可向所属州县陈述兴修水利的建议,建议一经实施,按工程功利大小给予酬奖,各路设农田水利官负责此事项。对于兴修水利所占土地,如是原属公有破渠、河道而被豪强占有的,勒令退还;如是私有田产,“即以官田计其顷亩拨还田户”,如无官田可拨,“即计田给值^[13]”。兴修水利设施所需人力物力,由受益者分摊。如果“工役浩大,民力不能给者”,可由官府出常平仓钱谷借贷给受益人户,按青苗钱年20%例级纳利息,有时官出钱谷作为工役费,民户不必归还;如官有钱谷不足,可“劝诱物力人户出钱借贷”,限制他们出放高利贷,“官为置薄,及时催理^[13]”。王安石说:“兴农事不费国财,但因民利而利之,财亦因民财力而用也”,大概就是指这种情况^[18]。

在熙宁二年刚颁布农田水利法时,有的地方民众对兴修水利并不积极,如熙宁三年四月提举河北路常平广惠仓皮公弼说:“怀州境内有秦河、丹河、祀河等,可以引水范溉,但民间多不愿兴修水利,原因是‘恐官司创立梗稻水税’。于是朝廷诏令凡百姓兴修水利种植水稻的,“并只令依旧管税,更不添水税名倾”,以提高民间兴修水利的积极性^[13]”。

参考文献

- [1] 郑侠. 西塘集(卷三). 惠州太守陈文惠公祠堂记[M]. 郑州: 研习书社工作室, 2008.
- [2] 脱脱. 宋史(卷二九九). 张洵传[M]. 北京: 中华书局, 1985.
- [3] 苏东坡. 东坡全集. 后集(卷一五五). 祁雨僧伽塔祝文[M]. 北京: 北京燕山出版社, 1998.
- [4] 脱脱. 宋史(卷一四). 杭州上执政书(二)[M]. 北京: 中华书局, 1985.
- [5] 脱脱. 宋史(卷三七七). 陈规传[M]. 北京: 中华书局, 1985.
- [6] 李焘. 续资治通鉴长编(卷四六). 咸平三年三月丁未条[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1986.
- [7] 苏轼. 《苏轼文集》卷6《乞赈济浙西七州状》[M]. 北京: 中华书局, 1986.
- [8] 脱脱. 宋史(卷一七三). 食货(上一)[M]. 北京: 中华书局, 1985.
- [9] 彭定球. 全唐诗(卷五七七). 温庭筠. 烧歌[M]. 北京: 中华书局, 1960.
- [10] 刘学箕. 方是闲居士小稿(卷上). 早耕早布[M]. 台北: 台湾商务印书馆, 1986.
- [11] 李心传. 系年要录(卷一九五). 绍兴三十一年十二月庚午[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1992.
- [12] 庄绰. 鸡肋篇(卷上)[M]. 北京: 中华书局, 1997.
- [13] 徐松. 宋会要辑稿. 食货[M]. 北京: 中华书局, 2005.
- [14] 徐松. 宋会要辑稿. 职官(四八之三一至三二)[M]. 北京: 中华书局, 2005.
- [15] 脱脱. 宋史(卷三九). 宁宗本纪[M]. 北京: 中华书局, 1985.
- [16] 韩元吉. 南涧甲乙稿(卷一八). 登州劝农文, 建宁府劝农文[M]. 影印文渊阁《四库全书》本.
- [17] 朱熹. 朱文公文集(卷九九). 知南康军劝农文(卷一百). 漳州劝农文[M]. 北京: 北京图书馆出版社, 2006.
- [18] 李焘. 续资治通鉴长编(卷二之一三). 熙宁三年七月乙未[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1986.

(上接第6028页)

- [5] 滕小波, 耿相银, 武丽帅. 基于TMS320C6713B的EDMA实时数据流传输[J]. 信息技术, 2009(3): 47-50.
- [6] 王庆有, 张可新, 金贵, 等. 基于DSP的线阵CCD实时测量系统设计

[J]. 电子测量技术, 2007(7): 85-86.

- [7] TI. TMS320C64x DSP Video Port/VCXO Interpolated Control (VIC) Port Reference Guide (Literature Number: SPRU629).