

**摘要：**介绍了基于50 Mpixel超高分辨率全帧型CCD芯片KAF50100的成像系统设计方法。该系统采用幕帘式焦平面机械快门对CCD进行曝光控制, CCD输出图像信号在专用模拟前端(AFE)芯片AD9845B中进行处理和模数(A/D)转换后, 经现场可编程门阵列(FPGA)缓存和排序, 通过低压差分信号(LVDS)接口发送至上位机。系统中所有驱动时序和控制信号均由FPGA产生, 上位机通过RS422总线对系统进行命令控制。针对KAF50100四路输出不均匀性问题提出了基于最小二乘法拟合的校正方法。实验验证表明, 系统可在KAF50100的最大速度模式下工作, 像素读出速度为 $4 \times 18$  MHz, 最大帧速为1 frame/s, 电路读出随机噪声为 $2.76 @ 12\text{bit}$  and  $63.4$  dB。该成像系统设计方法可以充分发挥KAF50100的性能, 并且具有良好的通用性和扩展性, 可以广泛应用于超高分辨率CCD成像系统的设计中, 如可见光水下探测、卫星遥感、天文观测等。

**关键词：**超高分辨率 成像系统 电荷耦合器件 KAF50100 现场可编程门阵列

## Design of ultra-high resolution CCD imaging systems

XU Wen-hai, WU Hou-de

College of Information Science and Technology, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China

**Abstract:** A design method for ultra high resolution image systems based on full frame CCD KAF50100 was proposed, in which a mechanical rolling shutter was adopted to control the exposure. The Analog Front End (AFE) chip AD9845B was used to process and digitize the analog output of KAF50100 and the digital image signal from the AFE was buffered and arranged in a block ram of Field Programming Gate Array (FPGA), then was sent out through a Low Voltage Differential Signaling (LVDS) interface. All the control signals and drive timing signals were generated by the FPGA and the RS422 interface was used to receive command and upload the status of system. The least square method was adopted to correct the non-uniformity from four analog outputs of the CCD sensor. Experiment shows that the CCD sensor KAF50100 can work at a top output speed, its pixel output rate is  $4 \times 18$  MHz, and the maximum frame rate, output noise and the dynamic range are 1 frame/s,  $2.76 @ 12\text{bit}$  and  $63.4$  dB, respectively. With better flexibility and extendibility, this design method can be widely used in ultra high resolution imaging fields like visible light underwater detection, satellite remote sensing and astronomical observation.

**Keywords:** ultra-high resolution imaging system CCD KAF50100 Field Programming Gate Array (FPGA)

收稿日期 2012-03-23 修回日期 2012-04-10 网络版发布日期 2012-07-10

基金项目:

国家科技支撑计划资助项目(No.2009BAG18B03); 大连海事大学重大科研培育资助项目(No.2012TD006)

通讯作者: 许文海

作者简介:

作者Email:

参考文献:

- [1] 金伟其, 王霞, 曹峰梅, 等. 水下光电成像技术与装备研究进展(下) [J]. 红外技术, 2011, 33(3): 125-132. JIN W Q, WANG X, CAO F M, et al.. Review of underwater opto-electrical imaging technology and equipment(II) [J]. *Infrared Technology*, 2011, 33(3): 125-132. (in Chinese)
- [2] 阮锐. CCD技术在海洋测绘领域中的应用 [J]. 海洋测绘, 2011, 31(3): 80-82. RUAN R. Application of CCD technology in the field of hydrographic surveying and charting [J]. *Hydrographic Surveying and Charting*, 2011, 31(3): 80-82. (in Chinese)
- [3] 马庆军, 宋克非, 曲艺, 等. 紫外临边成像光谱仪CCD电路系统的设计 [J]. 光学精密工程, 2011, 19(7): 1538-1545. MA Q J, SONG K F, QU Y, et al.. Design of CCD circuit systems for ultraviolet limb imaging spectrometers [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2011, 19(7): 1538-1545. (in Chinese)
- [4] 孙泽林, 王昭, 李明. 火炮稳定精度图像测试系统 [J]. 光学精密工程, 2012, 20(1): 157-164. SUN Z L, WANG Z, LI M. Image test system for gun stabilization accuracy [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2012, 20(1): 157-164. (in Chinese)
- [5] 刘光林, 杨世洪, 吴钦章, 等. 高分辨率全帧CCD相机电路系统的设计 [J]. 中国科学院研究生院学报, 2007, 24(3): 320-324. LIU G L, YANG S H, WU Q ZH, et al.. Design of high resolution camera system based on full frame CCDs [J]. *Journal of the Graduate School of the Chinese Academy of Sciences*, 2007, 24(3): 320-324. (in Chinese)
- [6] 盛翠霞, 张涛, 纪晶, 等. 高分辨率CCD芯片FTF4052M的驱动系统设计 [J]. 光学精密工程, 2007, 15(4): 564-569. SHENG C X, ZHANG T, JI J, et al.. Design of CCD FTF4052M driver system with high sensitivity [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2007, 15(4): 564-569. (in Chinese)
- [7] BEN-EZRA, MOSHE. High resolution large format tile-scan camera: Design, calibration, and extended depth of field. *2010 IEEE International Conference on Computational Photography, ICCP 2010*: 5585095.
- [8] BEN-EZRA, MOSHE. A digital gigapixel large-format tile-scan camera [J]. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2011, 31(1): 49-61.
- [9] 曲国志, 刘海英. CCD航空相机用长寿命帘幕式快门 [J]. 电光与控制, 2011, 18(11): 77-79. QU G ZH, LIU H Y. A long life curtain-type shutter for aerial CCD cameras [J]. *Electronics Optics & Control*, 2011, 18(11): 77-79. (in Chinese)

- [10] 杨少华,郭明安,李斌康,等. 百万像素电子倍增CCD数字化相机的设计 [J]. 光学 精密工程, 2011, 19(21): 2970-2976. YANG SH H, GUO M A, LI B K, *et al.*. Design of digital EMCCD camera with mega pixels [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2011, 19(21): 2970-2976. (in Chinese)
- [11] 佟首峰,阮锦,郝志航. CCD图像传感器降噪技术的研究 [J]. 光学 精密工程, 2000, 8(2): 140-145. TONG SH F, RUAN J, HAO ZH H. Noise reducing scheme on output signal of CCD [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2000, 8(2): 140-145. (in Chinese)
- [12] 程万胜,赵杰,蔡鹤皋. CCD像素响应非均匀的校正方法 [J]. 光学 精密工程, 2008, 16(2): 314-318. CHENG W S, ZHAO J, CAI H G. Correction method for pixel response nonuniformity of CCD [J]. *Opt. Precision Eng.*, 2008, 16(2): 314-318. (in Chinese)
- [13] 米本和也. CCD/CMOS图像传感器基础与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006. KAZUYA Y. *CCD/CMOS Image Sensor no Kiso to Ouyou* [M]. Beijing: Science Press, 2006. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 张宇 张立国 张星祥. 行间转移大面阵CCD相机Smear噪声实时去除[J]. 光学精密工程, 2013, 21(9): 2388-2394
2. 贾建禄 王建立 赵金宇 刘欣悦 李洪文 王亮 林旭东 赵雨菲. 961单元自适应光学系统波前处理器[J]. 光学精密工程, 2013, 21(6): 1387-1393
3. 赵慧洁 刘小康 张颖. 声光可调谐滤波成像光谱仪的CCD成像电子学系统[J]. 光学精密工程, 2013, 21(5): 1291-1296
4. 孙丽存 孟伟东 李强 普小云. 电子目镜显微镜景深的确定与测量[J]. 光学精密工程, 2013, 21(5): 1151-1159
5. 李满良 吴钦章. 光电经纬仪CCD曝光中心测量系统的设计[J]. 光学精密工程, 2013, 21(5): 1304-1311
6. 贾建禄 王建立 赵金宇 王国强. 自适应光学系统波前处理算法的优化[J]. 光学精密工程, 2013, 21(4): 1026-1031
7. 吴厚德 许文海. 多输出CCD接缝校正[J]. 光学精密工程, 2013, 21(2): 454-461
8. 刘丽丽 黄涛 蔡敏 高明 封文江. 大视场液晶自适应视网膜成像系统[J]. 光学精密工程, 2013, 21(2): 301-307
9. 薛庆生 王淑荣 于向阳. 大相对孔径宽波段Dyson光谱成像系统[J]. 光学精密工程, 2013, 21(10): 2535-2542
10. 夏巧桥 汪鼎文 张立国 吴敏渊 陈曦. 高速多通道遥感相机快视系统的实现[J]. 光学精密工程, 2013, 21(1): 158-166
11. 李爽, 王瑞光, 严飞. 全彩发光二极管交通诱导屏光纤传输系统[J]. 光学精密工程, 2012, (8): 1854-1861
12. 卢振华, 郭永飞, 李云飞, 吕恒毅. 利用CCD拼接实现推扫式遥感相机的自动调焦[J]. 光学精密工程, 2012, 20(7): 1559-1565
13. 梁春, 沈建新, 钮赛赛. 基于半盲解卷积复原的高分辨率视网膜成像系统[J]. 光学精密工程, 2012, 20(6): 1374-1381
14. 熊刚, 丁天怀, 王鹏. 应用属性距离加权平均滤波提高CCD光斑的亚像素定位精度[J]. 光学精密工程, 2012, 20(5): 1102-1109
15. 任建伟, 张艳琪, 叶钊, 全先荣. CCD辐射响应函数矩阵的建立与应用[J]. 光学精密工程, 2012, 20(5): 957-962

Copyright by 光学精密工程