

自动搜索技术在伺服系统中的应用

A New Method, which Called "Automatic Search", By Applications and Research In Servo Control System.

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)陈长青

CHEN CHANGQING

摘要:在现代防空和反导系统中,跟踪仪是不可缺少的重要组成部分。为了满足威力指标,还要兼顾外型尺寸、设备重量及 CCD 靶面尺寸的限制,往往在确保威力指标的前提下,牺牲一定的视场。提出一种具有快速转移凝视功能的自动搜索方法,使其固有的视场根据目标的距离扩大到 9 倍或者 4 倍。经过试验证明,跟踪仪的捕获概率大于 90%。

关键词:伺服控制;自动搜索;快速转移凝视

中图分类号:TP273

文献标识码:A

Abstract:In modern aerial and antimissile defense system, the theodolite is the key part of them. To meet the needs power indexes, it should sacrifice fixed field of sight in consideration of the limitation of its size, weight and the CCD sensing surface. Here we introduce a method, which called "automatic search", that multiplies the inherent field of sight 4—9 times according to the distance of targets. With the outfield experiment, the cooperated method is proved to be effective. The acquiring probability can preponderate over ninety present.

Key words:Servo control, Automatic search, Fast Shift and Stare(FSS)

1 问题的提出

尽管跟踪仪的视场工作范围是 $0.6 \sim 3^\circ$, 焦距范围是 $f=1000 \sim 100\text{mm}$, 然而它的工作性质决定了初始状态就是 $f=1000\text{mm}$, 视场 0.6° (半视场 0.3°)。另外,如果引导设备的指标是 0.3° (均方根值),也就是说,跟踪仪的“半视场”只有一倍,按照概率统计分析可知,这时的捕获概率仅有 68.3%,要进一步提高设备的捕获概率,可以通过伺服控制系统设计适当的搜索图,使得跟踪仪具有自动搜索的功能。其次,如果引导设备的精度较低,以致于不能够将被引导的设备引入视场,更无法完成捕获和跟踪,这时怎么办?答案很简单:采用如上的自动搜索措施同样可以得到解决。

2 具有“快速转移凝视”功能的搜索图工作原理

我们知道,有各种各样的搜索方案被应用于跟踪设备之上,这里介绍一种具有“快速转移凝视”功能的搜索图,它属于一种改进的“栅形”搜索,工作原理如下。

本搜索图的工作原理是借鉴人眼观察目标的机理形成的。有资料介绍,人眼为了能在短时间内发现目标,需要利用分辨率很高的视网膜中心凹进行相当系统和周密的搜索,并且在搜索过程中的运动有两个重要特征:

人眼在搜索过程中分成“扫视”和“凝视”两个阶段,一般大约以每秒三点间断移动,单一凝视时间,或称为一个瞥见时间,约为 $1/3$ 秒。“扫视”过程中的速度可达 $1000^\circ/\text{s}$ 。在这一“急动”过程中,视觉大大降低;

搜索过程中,人眼可以自动地对目标特性及周围景物

的性质(结构复杂性和密集程度)两者引起响应,以调整平均“凝视”点之间的距离。

人眼经过漫长的进化,已经达到对目标搜索运动特性几近完美的程度,也圆满地解决了扫描速度的矛盾。一方面,在每一个凝视的点要驻留约 $1/3$ 秒,为目标探测、识别提供足够的处理时间。另一方面,它以极快的速度从一点迅速移动到另一点,保证搜索时间满足要求。虽然在“扫视”过程中视觉降低了,但是由于“扫视”相对于“凝视”的时间较短,因此,对目标辨识结果的影响可以忽略不计。

借鉴人眼目视搜索的运动特性,提出了具有“快速转移凝视”功能的搜索图方案。当然,根据外场试验情况和采用的 CCD 传感器目标识别的特性,本搜索图的“扫视”时间和“凝视”时间的分配均与人眼在搜索过程中的分配略有差异,图 1 是具有“快速转移凝视”功能的搜索图。

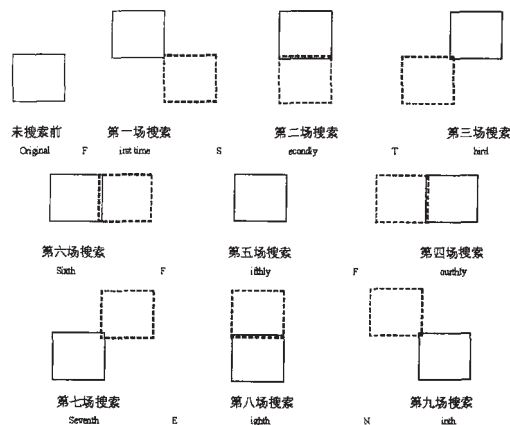


图 1 具有“快速转移凝视”功能的搜索图

Fig.1 Search chart with fast shift and stare

陈长青:高级工程师 硕士

基金项目:中国科学院二期创新项目资助(C04708Z)

分析表明,目前方位和高低搜索的“扫视”时间分别约等于0.28s和0.30s,而一个扫描周期选择的是1s,因此,方位和高低在每一个扫描周期内的“凝视”时间就分别是0.72秒和0.70秒。可见,每一个扫描周期内的扫描时间约占1/3的扫描周期。“快速转移凝视”搜索图的软件流程图如图2所示。

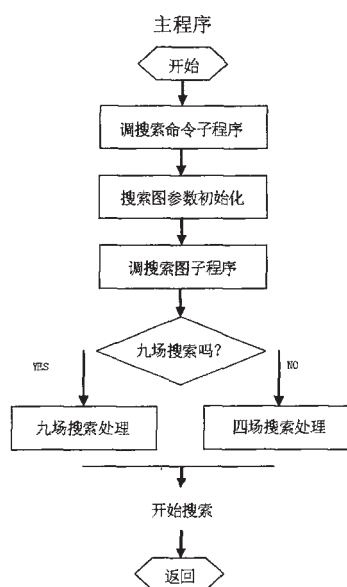


图2 搜索图的软件流程图

Fig.2 Search flow chart

3 “快速转移凝视”搜索图捕获概率的简单估算

由于采用了“快速转移凝视”型搜索图以后,电视跟踪仪的捕获视场由原来的 0.6° 扩大到 1.8° ;对应的半视场就是 0.9° ;它正好是引导设备精度的3倍。根据概率统计理论可知,此时的捕获概率等于99.7%。当不采用搜索图以前,半视场的大小正好与引导设备的精度(指均方根值)相等,这时的捕获概率仅仅能够达到68.3%。可见,采用搜索图以后,捕获概率大大提高,并且在试验中得到了验证。

4 试验结果分析

到目前为止,本跟踪仪已经多次参加了外场试验,对“快速转移凝视”搜索方案的可行性和正确性都得到了验证。值得一提的是,随着自动搜索参数的不断完善,跟踪仪所能达到的性能指标也回有所提高。表1给出了无搜索、匀速栅格搜索和“快速转移凝视”栅格搜索3种模式下的试验结果。

表1 不同搜索方式下目标捕获距离(km)

Table 1 Object acquired distance among searching modes(km)

试验序号	无搜索	匀速栅格自动搜索	“快速转移凝视”栅格自动搜索
1	10.2	15.7	46.7
2	13.2	20.1	51.0
3	12.4	17.5	36.7
4	11.6	19.6	45.5
平均值	11.9	18.2	45.0

从表1不难看出如下结论:采用匀速栅格自动搜索比无搜索情况下的威力要远;而采用了快速转移凝视栅格自动搜索加上捕获记忆跟踪手段以后的威力就有更明显的提高,平均距离

达到匀速栅格自动搜索情况下的2.5倍。

本文作者创新点:提出“快速凝视自动搜索”的捕获技术,给出了“自动搜索”的原理,使伺服系统的捕获能力有了极大的提高。

参考文献:

[1]JIA T,WU N W,CHEN CHEN C Q. A novel model for CCD detectors searching targets [J].Opto - Electronic Technology Application,2004,19(4):1- 3.

[2]MARR D,HILDRETH E. Theory of edge detection [J]. Proceedings Royal Society of London, 1980, B 207: 187- 217

[3]贾云得.机器视觉[M].北京:科学出版社,2000.15- 24

JIA Y D.Robot Vision[M].Beijing?:Science Press,2000.15- 24.

[4]周立伟,刘玉岩.目标探测与识别[M].北京:北京理工大学出版社,2002.65- 102

[5]蒋志坚[1]常厚祥[2].机器人装置中交流伺服电机控制技术的研究[J]微计算机信息- 2002. 11

作者简介:陈长青(1962-),男(汉族),吉林省怀德县人,高级工程师,硕士,主要从事光电设备伺服控制与精密跟踪的研究,E-mail:CCQ8021@Sohu.com.

Biography:Chen Changqing, man, han, HuaiDe city, Ji Lin province. Professor, major in ecto- electronic servo control and fine tricking,E- mail:CCQ8021@Sohu.com.

(130031 吉林 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 陈长青

(Changchun Institute of Optics,Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Science,Changchun 130031,China)

Chen Chang- qing

通讯地址:(130033 吉林 吉林省长春市东南湖大路16号,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所对抗部)陈长青

(收稿日期:2006.10.12)(修稿日期:2006.11.9)

(上接第216页)

作者简介:赵超凡(1980.4-),女,辽宁人,汉族。北京理工大学硕士研究生。主要从事组合导航系统的研究,E-mail:zmagic@bit.edu.cn;付梦印(1964-),男,内蒙古人,汉族,教授,工学博士,北京理工大学信息科学技术学院自动控制系,主要从事智能导航、组合导航的研究。

Biography:Zhao Chao- Fan(1980.4-),female, LiaoNin Province, Han nationality, Master, Department of Automatic Control, School of Information Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing, China. Main Field: Integrated navigation system, Email: zmagic@bit.edu.cn;FU Meng- Yin(1964-),male, Inner Mongolia Province, Han nationality, Professor/Doctor, Department of Automatic Control, School of Information Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing, China. Main Field: Intelligent Navigation and Integrated Navigation.

(100081 北京 北京理工大学信息科学技术学院自动控制系)

赵超凡 付梦印 张继伟

(Department of Automatic Control of Beijing Institute of Technology, Beijing ,100081) Zhao Chao- Fan Fu Meng- Yin Zhang Ji- Wei

通讯地址:(100081 北京 北京理工大学信息学院自动控制系201教研室)赵超凡

(收稿日期:2006.10.12)(修稿日期:2006.11.9)