

PLZT**式立体应用电视与机械手的操作*1)

虞积生 高 晶 方俐洛

中国科学院心理研究所

郑效良 何士琴

二机部第二研究设计院

摘 要

本文比较了三种观察条件(直接观察、二维与三维电视)对机械手操作的影响,目的是通过机械手操作速度和准确性来评价 PLZT 式三维电视。三维电视是采用 PLZT 立体观察器的 SGJ-IV 型国产设备。机械手是法国 MA-11 型模拟机械手,经过筛选的六名被试者参加了实验。结果表明,直接观察的效果优于通过电视观察的效果。PLZT 式三维电视优于二维电视。本文并讨论了 PLZT 式三维电视作为机械手的观察系统的可能性。

一、问 题

随着工业的发展机械手的应用日益广泛,为了提高机械手操作的速度和准确性,对于机械手的观察系统的研究日益受到重视。在那些人难以接近的场所,直接观察是困难的,因而发展了间接观察系统。应用电视由于具有能进行远距离观察的特点,被认为是机械手的良好间接观察系统⁽¹⁾。在应用电视系列中,三维电视有明显的优越性,它比二维电视更逼真地显示出机械手工作区域的情景。

通常,人们是用机械手操作的速度和准确性来评价机械手的观察系统的。W. Grether 曾比较了直接观察、二维电视和三维电视三种观察条件对机械手的操作有什么影响。他指出,直接观察条件下完成的操作比在任何一种电视条件下完成的操作快得多;在他所用的二维电视与三维电视条件下完成操作的时间没有差别⁽²⁾。

我国的一项类似实验表明,三维电视下的操作快于二维电视下的操作⁽²⁾。显然,这种不同的结果可能是由于使用的三维电视的立体效果有所不同。

近年来我国在采用 PLZT 立体观察器的三维电视方面有了明显的进展⁽³⁾,从而有可能进行实验以探讨 PLZT 式三维电视作为机械手的观察系统的可能性。

本实验的目的在于,通过比较三种观察条件(即直接观察、二维电视与 PLZT 式三维电视)下机械手操作的速度与准确性来评价 PLZT 式三维电视。

* 本实验承安邦喜、蔡曰礼、王成西、周德明、白岩等同志大力协助,谨此致谢。

** PLZT 是锆钛酸铅钢铁电陶瓷的简称。

1) 本文1980年9月11日收到。

二、实验装置、被试者及实验程序

1. 实验装置:

a. 电视设备: 三维电视系双摄像管单显象管的SGJ-3型立体黑白电视, 采用PLZT立体观察器。其原理图如图1所示。二维电视使用SGJ-3型电视, 但在此种条件下关闭其中一个摄像管, 被试者不使用PLZT立体观察器。

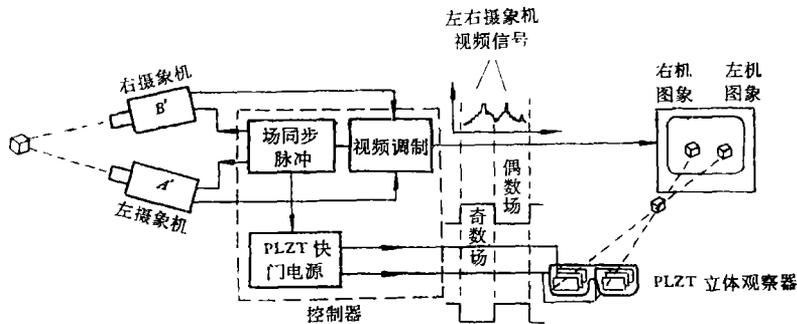


图 1 PLZT三维电视原理图

三维电视与二维电视的监视器均为同一台14吋的监视器。

b. 机械手: 采用法国MA-11型密封关节机械手, 它是一种模拟机械手。主动部分(控制)与从动部分(反应)的运动比例为1:1。其主要参数如下:

从动上臂长度	400毫米
从动前臂长度	650毫米
主动上臂长度	400毫米
主动前臂长度	650毫米
水平管旋转(X运动)	$\pm 180^\circ$
从动上臂摆动(相对于水平管轴线)	$\pm 60^\circ$
主动上臂摆动(相对于水平管轴线)	$\pm 60^\circ$
从动前臂摆动(当前臂与上臂成 90° 时)	向前 90° 向后 60°
主动前臂摆动(当前臂与上臂成 90° 时)	$\pm 60^\circ$
主动、从动前臂方位旋转	$\pm 173^\circ$
手腕旋转	$\pm 180^\circ$
手腕上下摆动(相对于水平线下 40°)	$\pm 84^\circ$
电动操作装置调整从动臂摆动	$\pm 30^\circ$
夹钳张开最大尺寸	60毫米
操作重量	5公斤

c. 机械手操作的目标: 夹角为 120° 的二块木板上各有20个圆洞, 每洞直径为20毫米, 洞深20毫米, 共5列, 每列4个洞, 每列中洞距为60毫米, 列距为70毫米。20个钢圆柱(直径18毫米, 高60毫米, 重量为115克)分别放在水平板的20个圆洞内。如图2a, b, c, d所示。

机械手操作目标的照明是两侧二个1000瓦的碘钨灯提供的,照度分布基本均匀,照度值约为1000Lx。

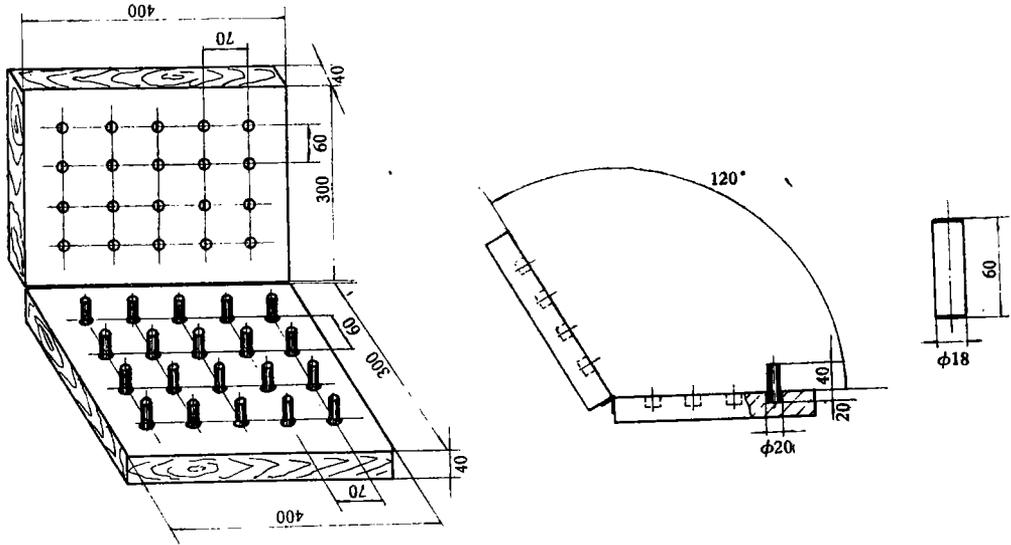


图 2 机械手操作目标示意图

图3 为实验装置的照片,清楚显现出电视设备、机械手和操作目标。

2. 被试者: 对被试者进行必要的眼科检查,取符合下述条件的被试者六名: 双眼远、近视力 1.2 以上,屈光间质及眼底正常,隐斜及融合力正常⁽⁴⁾, 立体视正常。被试者均为男性,年龄为 26—30 岁,无机械手操作经验,文化程度为大学毕业。

3. 实验程序: 本实验有三种观察条件: A-直接观察, B-通过二维电视观察, C-通过三维电视观察。六名被试的实验顺序安排如表 1。

表 1 实验顺序安排表



图 3 实验装置照片

序号	被 试 者	观 察 条 件
1	孟 × ×	A B C
2	高 ×	A C B
3	肖 × ×	B A C
4	徐 ×	B C A
5	齐 × ×	C A B
6	王 × ×	C B A

实验前使被试者明了实验要求,熟悉实验场所,掌握观察与机械手操作要领。对每一被试者来说,分别给予三种观察条件下操作机械手的练习实验各一次。

正式实验时,每一被试者按表 1 给出的顺序单独进行实验,在变换观察条件时休息二分钟。在一被试者连续完成三种观察条件的操作后,另一名被试者开始实验。

要求被试者按图2-b标出的顺序准确、迅速地完成用机械手将水平板圆洞中的钢柱分别放入垂直板圆洞的操作。若对某一编号的钢柱操作失误,则继续完成下一编号的动作,直至20个编号的操作全部完成为止。

主试者用马表分别记录被试者完成每一列操作的时间,并记录其操作错误数,所谓错误指的是被试者未能将钢柱放入垂直板上应放入的位置。

三、结 果

六名被试者在三种观察条件下使用机械手完成每列操作的时间与错误数由表2给出:

表 2 三种观察条件对机械手操作的影响

观 察 条 件	完成每排操作时间平均数	标 准 差	错 误 数*
直 接 观 察(A)	29.20秒	4.48秒	1
二 维 电 视(B)	44.60秒	5.01秒	9
三 维 电 视(C)	36.80秒	6.42秒	2

* 错误数系完成五排操作的错误之和

依表2绘制图7-a, 7-b,

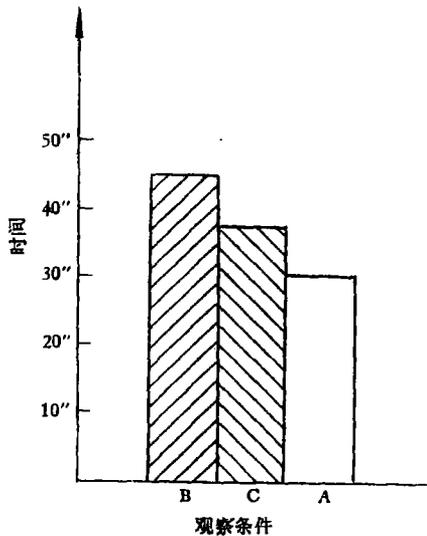


图4-a 三种观察条件对机械手完成每列操作时间的影响

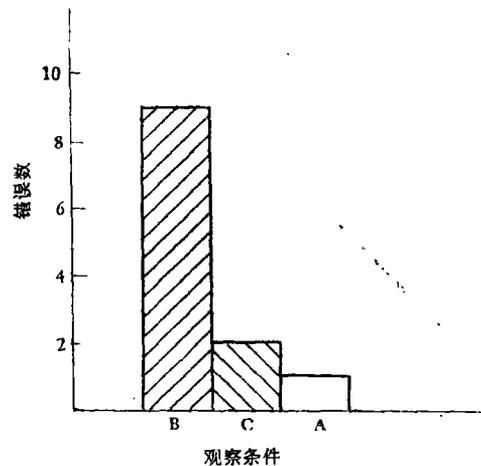


图4-b 三种观察条件下机械手完成五列操作的错误数

六名被试者在三种观察条件下使用机械手完成每排操作所需时间的 t 考验见表3
六名被试者在三种观察条件下使用机械手完成五列操作所需时间的 F 考验见表4
表4指明,在三种观察条件下完成五列目标的操作的时间没有差异。

表 3 三种观察条件之间的比较

比 较	t 值	P
A 与 B	4.659	<0.01
A 与 C	4.113	<0.01
B 与 C	2.728	<0.05

表 4 三种观察条件下完成五列目标操作的时间之间的比较

条 件	F 值	P
A	1.33	>0.05
B	1.28	>0.05
C	0.59	>0.05

四、讨 论

本实验结果表明,直接观察条件下被试者使用机械手完成操作的时间短于通过PLZT式三维电视及二维电视观察完成操作的时间,在准确性方面也是直接观察优于通过电视观察。

在本实验设计中,对每一被试者均给予了三种观察条件下的等量练习,并排除了由于观察条件顺序不同对于操作的影响,加之被试者都经过了“筛选”,我们不妨假设,被试者对机械手的操作没有什么区别。可以把实验结果中被试者完成机械手操作在时间上的差异归因于观察条件的不同。在此意义上,对于机械手的操作来说,直接观察优于通过电视观察。这与W. Grether等人的结果^[6]是一致的。

机械手的观察系统不仅提供操作目标的信息,而且亦将操作效果的信息传递给操作者。看来,由于本实验所用的黑白电视系统存在着失真,“丢失”的信息远多于直接观察,这似乎是直接观察优于通过电视观察的原因。

就二维电视与三维电视比较,本实验结果与Grether的结果不同。而与我国的一项类似实验^[2]结果相近。Grether的结果是二维电视与三维电视之间没有差别;我们的结果则是三维电视优于二维电视。为什么会这样呢? Grether用清晰度不同来解释其结果,他的被试者反映该三维电视图象质量不如二维电视;作者认为在二维电视条件下,“被试者也许能成功地利用单眼来分辨细节——对比度、阴影、相互位置等等”,而三维电视的清晰度较差,所以造成了没有差别的结果。也就是说,该实验的三维电视的立体效果不够理想。

本实验的被试者反映,戴上PLZT立体观察器后,从监视器屏幕上看到的图象比二维电视“清楚”、“真实”、“有立体感”,他们说,用机械手夹钳去夹钢圆柱,通过三维电视观察,目标的位置很明显,一夹就夹住了,而通过二维电视观察时,还要用夹钳前前后后找一找。我们有理由认为被试者的“主诉”是正确的。我们曾用PLZT的摄象机恰当地摄取层次不同的花束的图象,人们通过立体观察器观察,凡立体视正常的,都有花束从屏幕中“伸”出来的立体视觉,而且人们知觉到的深度差异接近于实际的深度差异。同样,PLZT式三维电视亦能将水平板上位置不同的钢圆柱准确地显示出它们的空间分布。尽管存在着对比、阴影等单眼深度线索,但是三维电视给被试者提供了双眼视差——双眼视差中起主要作用的信息,而二维电视不可能提供这种信息。

进而,对于PLZT立体电视的双摄象机镜头的垂直面来说,水平板上的所有钢圆柱处于四个深度不同的立面上,而垂直板上的圆洞则处于同一的立面上,前者提供横向视差信息,后者提供纵向视差信息。H. Schöber指出,在人们习惯的身体姿势下,横向视差是双

