

用投影法实现符号代换

薛 唯 陈历学 李淳飞 洪 晶
(哈尔滨工业大学应用物理系)

提 要

本文提出了一种实现符号代换的方法。将无透镜投影系统与一个顺序逻辑门阵列和记录装置结合,构成了一个实现符号代换的装置。采用发光二极管(LED)做光源,同时做运算的控制元件,使符号代换的过程实现完全的光电操作。给出了实验的原理、过程及结果。

关键词: 光计算; 符号代换; 投影法。

一、引 言

符号代换(Symbolic Substitution)是由 Huang 最先提出、由 Brennet 等人进一步发展的实现光计算的方法^[1~2]。这种方法强调充分发挥光的并行处理能力,探索体现光计算特点的计算结构和算法。因而符号代换方法已引起广泛的重视和研究^[3~4]。但这种方法在实验上遇到了很大的困难,原因之一是这种方法要求在实现符号代换的过程中必须产生输入图像的多个变换,即产生输入的多重像。当前的实验装置都是利用棱镜和反射镜的组合来产生多重像,这类装置在进行操作时反射镜要做机械移动,因而代换速度受到限制;由于输入图像要经过棱镜和反射镜的多次透射和反射,光能损失严重,要求光源功率较高;随着识别图样(Pattern)包含的单元(Cell)数目的增多,这种产生多重像的装置将变得极其复杂,实际上难以实现,因而很有必要寻求更为简单、可行的装置。

投影法(Shadow-Casting)是由谷田等人提出的一种实现并行光逻辑和数字光计算的方法^[5]。这种方法的突出特点是装置简单,操作方便,投影法的核心也是要产生输入的多重像,因而我们提出用投影法实现符号代换。

二、原 理

符号代换的基本过程是按照一定的代换规则,从输入图像中识别某种图样然后用另一种图样代之。假设识别和代换的图样都是由 2×2 个单元(α 、 β 、 γ 、 δ)构成,每个单元只有白(透光)和黑(不透光)两种状态,我们取“白”表示逻辑1,“黑”表示逻辑0。这样由每个单元的不同逻辑状态可以组合出十六种不同的图样,如图1(a)~(p)。一个输入的二维图像可以看做各种图样的二维空间排列。对这种由 2×2 个单元构成的图样,采用平移变换,在识别和代换过程中一般要求产生二至四个相对平移且重叠在一起的输入图像。用[5]中

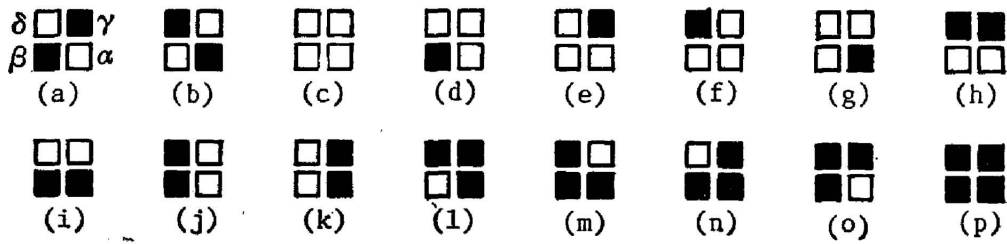


Fig. 1 Patterns consisting of 2x2 cells

提出的无透镜投影系统(Lensless Shadow-Casting System)可以完成这一工作。在投影系统之后,增加一个光学顺序逻辑门阵列和一个实时记录装置。顺序逻辑门有双重功能:记忆和逻辑运算。它可以对先后顺序输入的光信号进行逻辑运算。用投影法完成符号代换的系统如图 2。

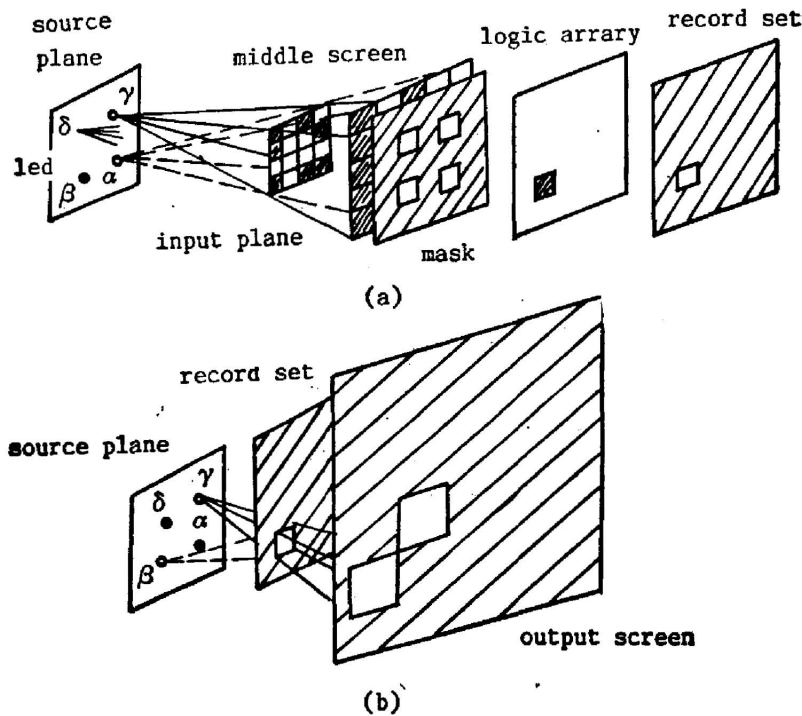


Fig. 2 Schematic diagrams of implementing symbolic substitution using shadow-casting
(a) recognition phase; (b) substitution phase

光源由 4 个发光二极管(LED)组成,LED 发出的光照射输入平面,每个 LED 做为一个点源分别在中间屏上产生输入的投影像。适当选择 LED 的间距及光源平面与输入平面和中间屏的距离,可以使这些投影像相对平移一个单元距离重叠在中间屏上。多重投影像的数目及位置由 4 个 LED 的开关状态控制。而 LED 的开关状态与被识别图样的结构有关。4 个发光二极管(α 、 β 、 γ 、 δ)分别与识别和代换的图样中 4 个单元(α 、 β 、 γ 、 δ)对应,逻辑 1 的单元对应的 LED 处于“开”的状态,逻辑 0 的单元对应的 LED 处于“关”的状态。投影像重叠时,我们定义:在识别阶段各单元重叠进行逻辑“与”运算;在代换阶段进行逻辑“或”运算。我们选择图 1(a)、(b)两种图样分别做为识别和代换的图样。图 1(a)的图样中逻辑

辑 1 的单元处于主对角线的位置, 因此在识别过程中 α 、 δ 两个 LED 应处于开的状态。设有一任意的输入, 它由图 1 所示的十六种图样组成。我们只须注意其中的 (a)、(c)、(d)、(e) 四种图样, 因为这四种图样的主对角单元都是逻辑 1, 在 α 、 δ 两个 LED 处于开的状态时, 它们在模板后都有输出, 而其他图样此时则无输出。

1. 识别

识别过程要依次进行四步操作, 如图 3 所示。其目的是通过这些操作使逻辑门阵列之后, 只在识别图样 (a) 相应的位置有唯一的输出, 排除 (c)、(d)、(e) 三种图样。

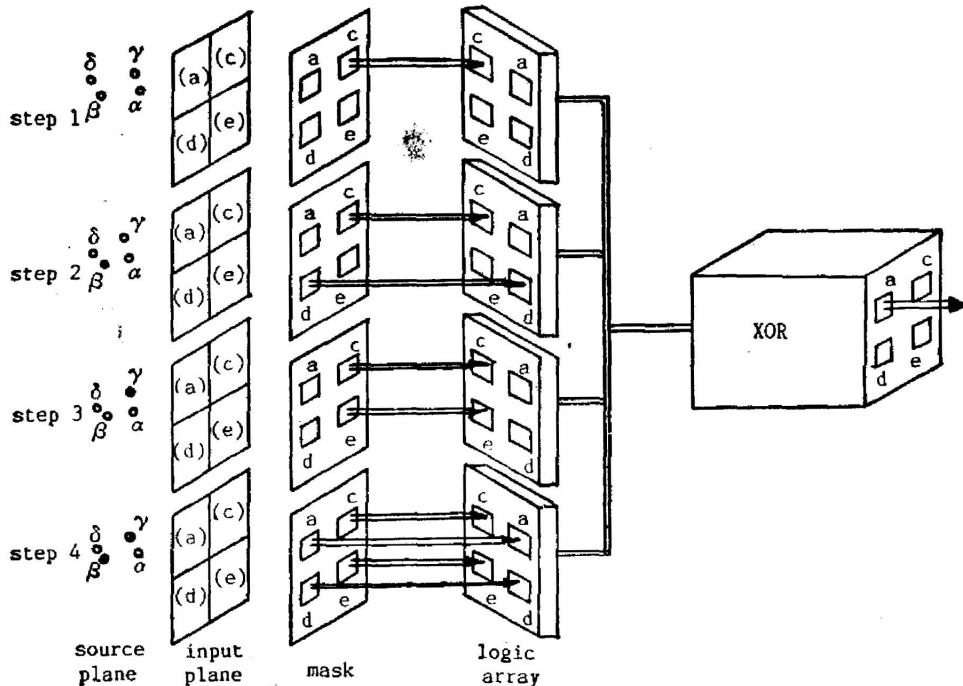


Fig. 3 The procedure of recognition

第一步, 令四个 LED 发光, 在中间屏上得到输入的四个重叠投影像。在模板之后, 只在与图 1(c) 所示的图样相应的位置有输出 (逻辑 1), 这一输出光脉冲进入逻辑阵列的相应逻辑门。第二步, 令 3 个 LED (α 、 γ 、 δ) 发光, 此时在模板之后, 与图 1(c) 和 (d) 的图样相应的位置有光脉冲输出。第三步, 令 3 个 LED (α 、 β 、 δ) 发光, 此时与图 1(c) 和 (e) 的图样相应的位置有光脉冲输出。第四步, 令 2 个 LED (α 、 δ) 发光, 此时与图 1(a)、(c)、(d)、(e) 的图样相对应的位置有光脉冲输出。

以上四步的输出光脉冲先后进入逻辑阵列的相应逻辑门, 这些逻辑门对先后输入的光脉冲进行异或运算, 因而在逻辑门阵列之后, 仅在图 1(a) 图样相对应位置有输出, 这一输出结果被记录下来做为下一步代换过程的输入。

2. 代换

移除输入平面、中间屏、模板及逻辑门阵列, 把记录下来的识别阶段的结果做为新的输入, 再一次用投影系统。根据代换图样 (图 1(b)) 中逻辑 1 的位置, 令 2 个 LED (β 、 γ) 发光, 我们在输出屏上得到最后的结果。

三、实验结果

由 220 个 2×2 的图样组成的二维图像(如图 4)做为输入,按前面提出的实验装置和识别、代换过程,从输入中识别出图 1(a)图样并用图 1(b)代换。实验结果如图 5 在实验中,顺序逻辑门阵列一直有没得到满意的解决,我们采用感光胶片来模拟顺序逻辑阵列和记录装置,因而限制了该装置的实时处理能力,我们现正在解决这一问题。

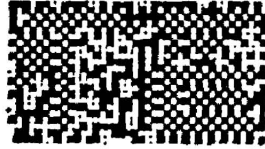


Fig. 4 Input image



Fig. 5 Experimental result

四、结 论

我们提出了一种实现符号代换的方法,并做了原理实验。将无透镜投影系统与一个顺序逻辑门阵列和记录装置结合,构成了一个实现符号代换的装置。采用发光二极管(LED)做光源,同时做为运算控制元件,使符号代换的过程实现完全的光电操作,装置简单易于实现。进行这项研究对实现并行光计算器件的集成化是有意义的。

参 考 文 献

- [1] A. Huang: «*Technical Digest, IEEE 10 th International Optical Computing Conference*» (April 6~8 in Cambridge, MA, USA; 1983), 13~17.
- [2] K. Brenner *et al.*; *Appl. Opt.*, 1986, **25**, No. 18 (Sep), 3054~3060.
- [3] K. Brenner; *Appl. Opt.*, 1986, **25**, No. 18 (Sep), 3061~3064.
- [4] M. T. Tsao *et al.*; *Opt. Eng.*, 1987, **26**, No. 1 (Jan), 041~044
- [5] J. Tanida *et al.*; *J. O. S. A.*, 1983, **73**, No. 6 (Jun), 800~809.

Symbolic substitution using shadow-casting

XUE WEI, CHENNG LIXUE, LI CHUNFEI AND HONG JING
(*Department of Applied Physics, Harbin Institute of Technology*)

(Received 12 May 1988)

Abstract

A new optical system for symbolic substitution is proposed. The system is composed of the lensless shadow-casting system combined with optical logical array and optical image storage elements. The light-emitting diodes (LED) are used as both a light source and a control element in the operation, so that symbolic substitution is implemented by all-photoelectric manipulation. Experimental principle, procedure and result are given.

Key words: optical computing; symbolic substitution; shadow-casting.