

# 预测跟踪——一种二值图象的 轮廓跟踪方法

赵继红 俞和权

(北京农业大学)

## 摘 要

本文提出了一种新的轮廓跟踪方法——预测跟踪。它的特点在于：每测出一个边界点即自动移动跟踪基准点至下一个边界存在状态，对每一个边界存在状态的一次判别即可找到边界点，从而消除了其他方法在寻找边界点时的试探性。

**关键词**——跟踪，分割，预测跟踪。

## 一、引 言

常用的轮廓跟踪方法有两种：链码法和虫随法。其基本方式为“试探”，对于已知的一个边界点，下一个边界点的出现是有多种可能的，各种改进方法并没有从根本上改变试探方式。

本文提出的预测跟踪方法，通过分析二值图象在  $2 \times 2$  模块下的所有状态，利用状态自身的信息，一次即判别出边界点，并为进入下一次判别准备好条件，从而消除了试探。

## 二、预测跟踪的原理

**定义 1.** 对任意二值图象，均可在  $2 \times 2$  模块下划分为 16 种状态，记第  $k$  个状态为  $M_k$ ，如图 1 所示。

**定义 2.** 称所有有边界点的状态为边界存在状态，记为  $M_{ck}$ ，则  $M_{ck} \in \{M_k | k = 1, 2, \dots, 14\}$ 。边界存在状态又称为跟踪状态。

**定义 3.** 称无边界点存在的状态为搜寻状态，记为  $M_{sk}$ ，则  $M_{sk} \in \{M_k | k = 15, 16\}$ 。

对状态  $M_k$ ，可统一表示为图 2(a) 的形式，图 2(b) 是相应的简化形式。

**定义 4.** 状态  $M_k$  中的元素位  $(x_{ki}, y_{kj})$  称为当前状态的跟踪基准点。

**规则 1.** 对于任意状态  $M_k$ ，引入  $H_1 = f(A) - f(B)$ ， $H_2 = f(C) - f(D)$ ， $H_3 = f(C) - f(B)$ 。如果  $H_1, H_2, H_3$  不全为零，则  $M_k$  处于边界存在状态，否则  $M_k$  为搜寻状态。

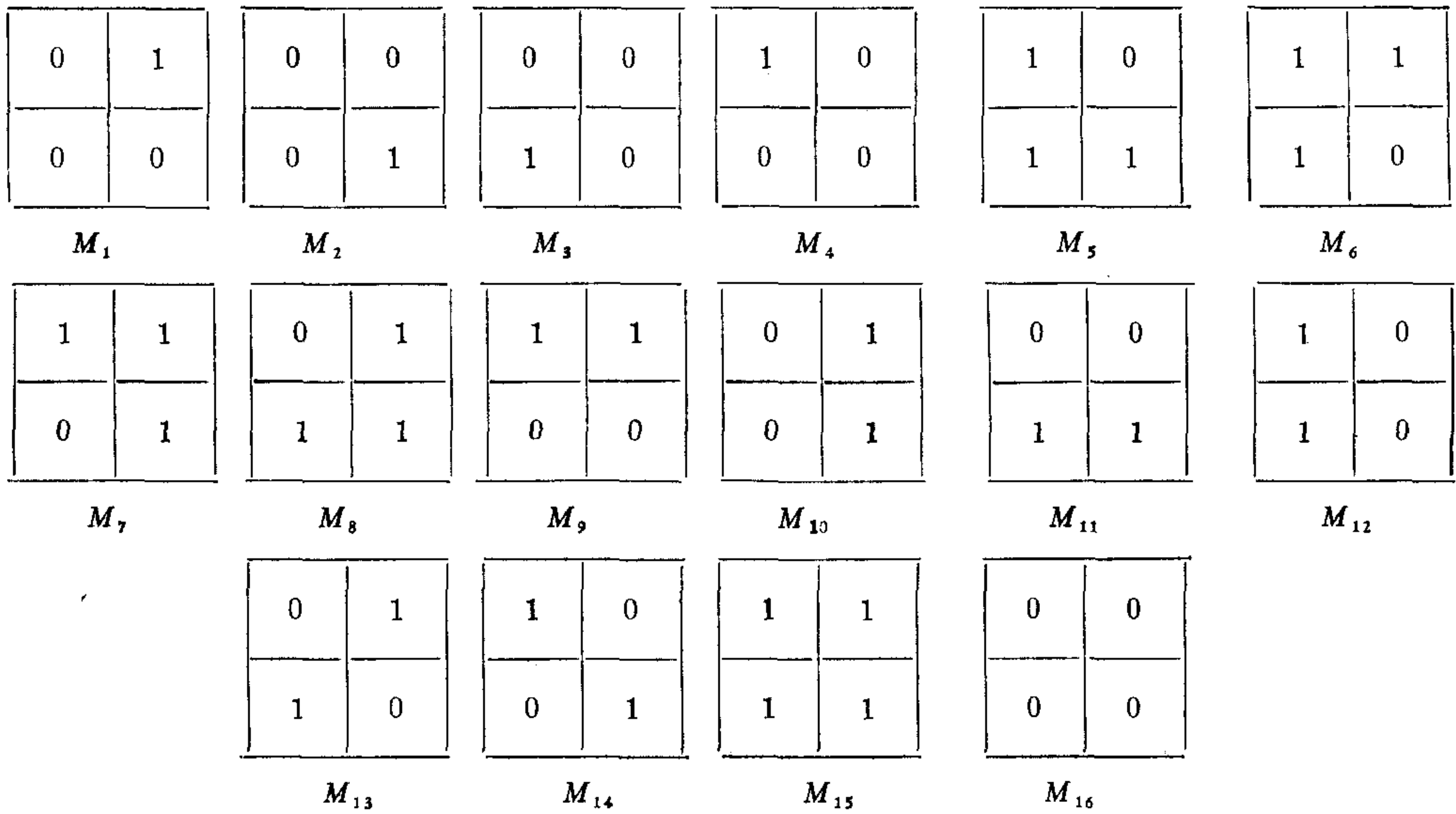


图 1 二值图象的划分

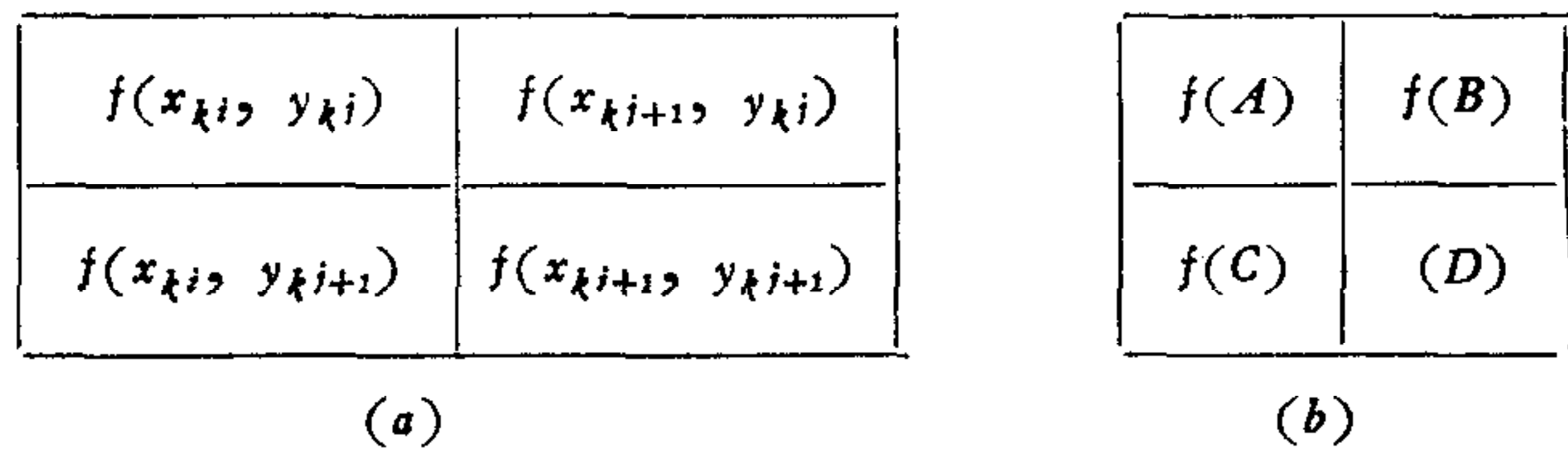


图 2 状态 \$M\_k\$ 的表示

**规则 2.** 对于状态 \$M\_{s,k}\$, 在此这样定义 \$M\_{k+1}\$ 状态的跟踪基准点, 以完成状态为 \$M\_k\$ 到 \$M\_{k+1}\$ 的转移:  $(x_{(k+1)i}, y_{(k+1)j}) = (x_{ki} + 1, y_{kj})$ , 即 \$M\_{k+1}\$ 状态的跟踪基准点为 \$M\_k\$ 状态跟踪基准点的右邻。

**规则 3.** 对于状态 \$M\_{c,k}\$, 按下述规则实现预测跟踪:

- (1)  $M_{k+1} \in M_{c(k+1)}$ ,  $k = 1, 2, \dots, 14$ ;
- (2)  $(x_{(k+1)i}, y_{(k+1)j})$  是  $(x_{ki}, y_{kj})$  的四邻域之一;
- (3) 从  $(x_{ki}, y_{kj})$  到  $(x_{(k+1)i}, y_{(k+1)j})$  的移动方向与边界走向相一致。

根据上述三项规则, 构造了预测跟踪的决策集合, 如表 1 所示, 预测跟踪过程可查表完成。

表 1 预测跟踪的决策

决策 \ 状态	状态																	
	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$	$M_6$	$M_7$	$M_8$	$M_9$	$M_{10}$	$M_{11}$	$M_{12}$	$M_{13}$		$M_{14}$		$M_{15}$	$M_{16}$
边界点	C	A	D	B	A	D	B	C	B	C	A	D	上行	下行	上行	下行	无	无
下状态跟踪基准点	C	D	$(x_{i-1}, y_j)$	$(x_i, y_{j-1})$	$(x_i, y_{j-1})$	C	D	$(x_{i-1}, y_j)$	C	D	$(x_{i-1}, y_j)$	$(x_i, y_{j-1})$	C	$(x_{i-1}, y_j)$	$(x_i, y_{j-1})$	D	C	C

注: “上行”、“下行”表明边界走向沿纵坐标“递增”或“递减”方向进行。

### 三、结 果

根据前面对原理的讨论,任一幅二值图象总可以经过划分其状态,判断当前状态的属性,进而通过查表找到该状态下的边界点及下一状态的跟踪基准点,从而实现边界的跟踪。

同链码方法相比较,链码方法在已知一个点为边界需判别其相邻边界位时,所需判别次数为(1,7)中的一个均匀分布,均值为 3.5;而预测跟踪只需一次判断。考虑到在各种具体情况下,某些点可能会重复判为几个连续状态下的边界点,这时,平均重复次数分布在(1, 2)之间,可见优于链码方法。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Freeman, H., On the Encoding of Arbitrary Geometric Configurations, *JRE Trans. Elec. Comput.* 10(1961), 260—268.
- [ 2 ] Rosenfeld, A. and Kak, A. C., *Digital Picture Processing*, Academic press, New York, 1976.
- [ 3 ] Sobel, I., Neighborhood Coding of Binary Image for Fast Contour Following and General Binary Array Processing, *CGIP*, 8(1978), 127—135.
- [ 4 ] Mantanari, U., On the Optimal Detection of Curves in Noisy Pictures, *Commun. ACM*, 14(1971), 335—345.
- [ 5 ] Martelli, A., An Application of Heuristic Search Methods to Edge and Contour Detection, *Commun. ACM*, 19(1976) 73—83.
- [ 6 ] Papert, S., *Uses of Technology to Enhance Education*, Technical Report, 298, AILAB, MIT, 1973.
- [ 7 ] Duda, R. O. and Hart, P. E., *Pattern Recognition and Sense Analysis*, New York: Wiley, 1973.

## A NEW METHOD FOR BINARY IMAGE CONTOUR TRACING

ZHAO JIHONG YU HEQUAN  
(*Beijing Agricultural University*)

**Key words**——Tracing; segmentation.