

$v_0 \rightarrow$	$u_0 \ u_1 \ u_2 \ u_4 \ u_5 \ u_6 \ u_7$							
$v_1 \rightarrow$	$u_0 \ u_1 \ u_2 \ u_3$							
$v_2 \rightarrow$	$u_0 \ u_1 \ u_3 \ u_4 \ u_5 \ u_6 \ u_7 \ u_8$							
$v_3 \rightarrow$	$u_0 \ u_3 \ u_4 \ u_5 \ u_6 \ u_8 \ u_9$							

集合运算时间复杂度:  $O(\Delta(V))$

空间复杂度:  $O(|E|)$

(a) 邻接表表示。该表示包含一组列表 (list)，其中每个列表按顺序表示一个顶点  $v_i$  的邻居集合。

	$u_0$	$u_1$	$u_2$	$u_3$	$u_4$	$u_5$	$u_6$	$u_7$	$u_8$	$u_9$
$v_0$	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
$v_1$	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
$v_2$	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
$v_3$	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1

集合运算时间复杂度: 对于小图为  $O(1)$ ; 对于大图为  $O(|U|)$

空间复杂度:  $O(|U| \times |V|)$

(b) 位图表示。该表示包含一个  $|U| \times |V|$  的二值矩阵，其中每个位值  $(i, j)$  对应的位 (bit) 表示顶点  $v_i$  是否与  $u_j$  相连。

$v_0 \rightarrow$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$u_0$	$u_1$			$u_2$		$u_5$			
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		$u_7$					$u_4$	$u_6$		

$v_1 \rightarrow$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$u_0$	$u_1$			$u_2$					$u_3$
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

$v_2 \rightarrow$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$u_0$	$u_1$					$u_5$	$u_8$		$u_3$
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		$u_7$					$u_4$	$u_6$		

$v_3 \rightarrow$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$u_0$					$u_9$	$u_5$	$u_8$		$u_3$
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
							$u_4$	$u_6$		

哈希表大小 = 19

哈希函数 =  $(id \times id) \% \text{哈希表大小}$

例: 我们会把顶点  $u_5$  插入到位置 6, 因为枚举哈希函数  $(5 \times 5) \% 19 = 6$ 。

集合运算时间复杂度:  $O(\Delta(V))$

空间复杂度:  $O(|E|)$

(c) 哈希表表示。该表示包含多个哈希表，每个表包含一个顶点  $v_i$  的邻居。