

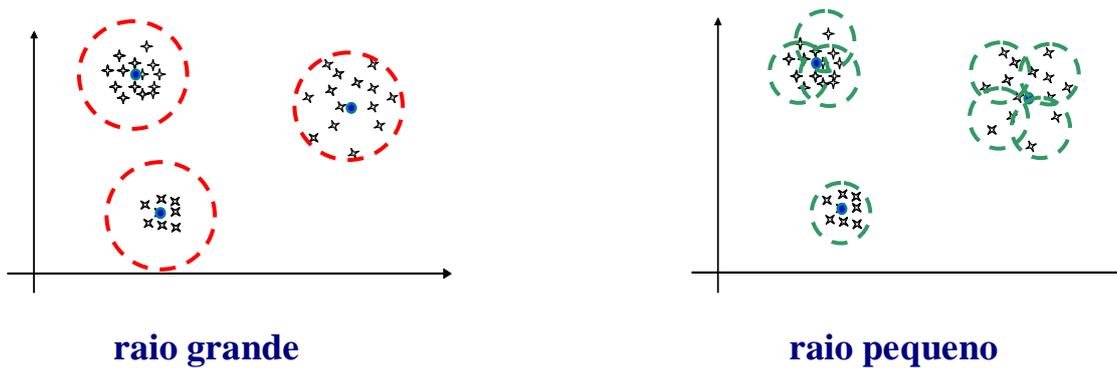
## Classes irregulares para Agrupamento por Similaridade

### 1 - Classes Esféricas com dimensões variadas

**Ponto crítico: Granularidade, escolha de  $u_0 = -r_0$**

**muito pequeno: boa definição, mas muitos neurônios**

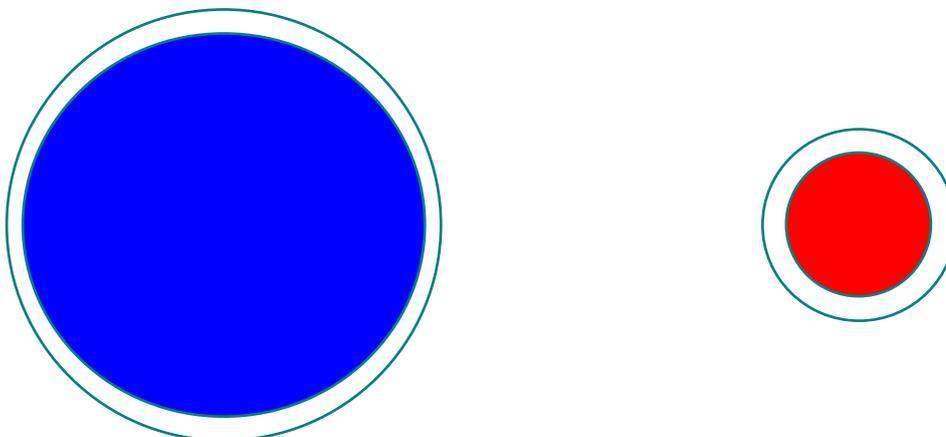
**muito grande: poucos neurônios, mas definição pobre**



**Classes esféricas com dimensões variáveis**



**Neurônios com raio variável - idêntico à Camada de Kohonen**



### Raio de vigilância variável por neurônio

#### Condição de pertinência à classe $C_i$

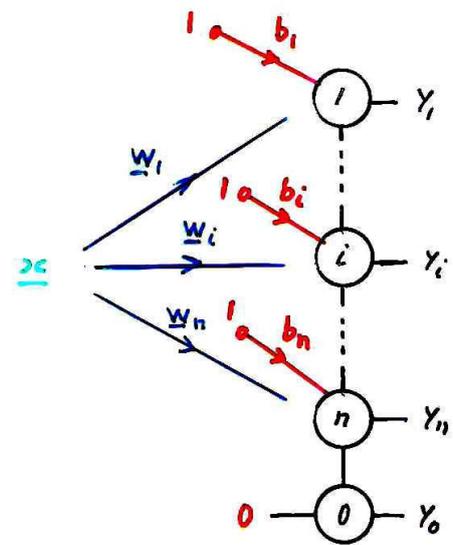
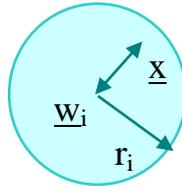
$$|\vec{x} - \vec{w}_i|^2 = d_i^2 < r_i^2$$

$$-d_i^2 > -r_i^2$$

$$-d_i^2 + r_i^2 > 0$$

$$b_i = r_i^2$$

$$u_i = -d_i^2 + b_i = -d_i^2 + r_i^2 > 0$$

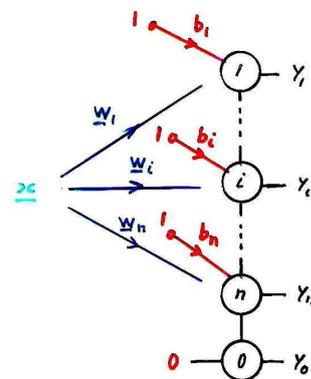
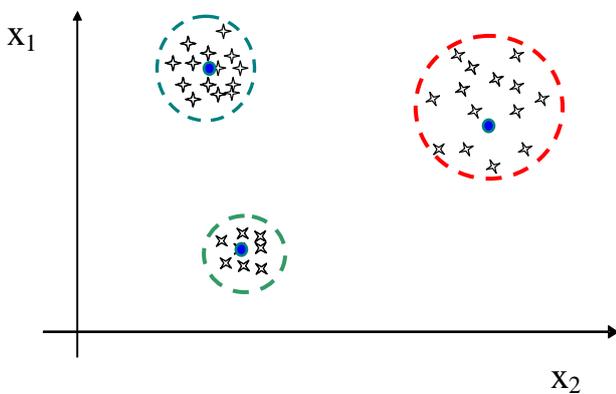


### 1.1 - ART com similaridade mínima

#### 1 - Treinar a ART

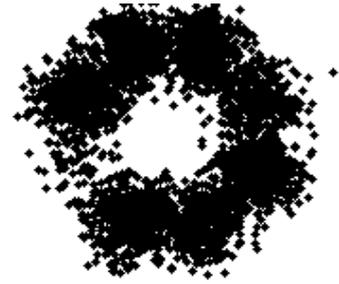
2 – Calcular o raio de cada classe como o máximo afastamento dos elementos aos centros das respectivas classes [  $r_i = \text{Max} (-u_i)$  ]

3 – Inserir os bias  $b_i = -r_i$  e o neurônio de controle  $y_0$



## 2 - Classes Não-Esféricas

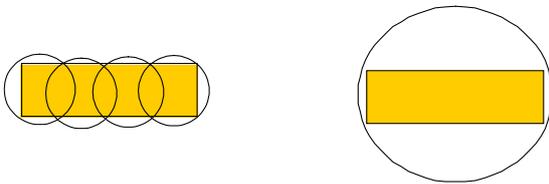
Representar como a união de classes esféricas



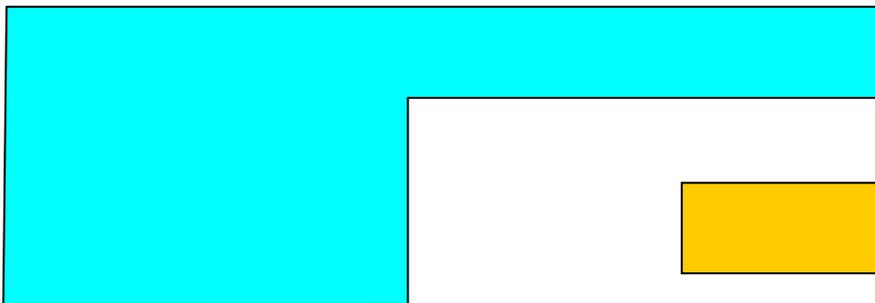
Que raio de similaridade a usar ?

**muito pequeno: boa definição, mas muitos neurônios**

**muito grande: poucos neurônios, mas definição pobre**

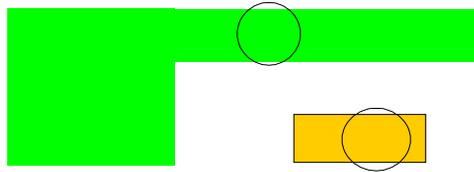


### 2.1 - Treinamento Supervisionado

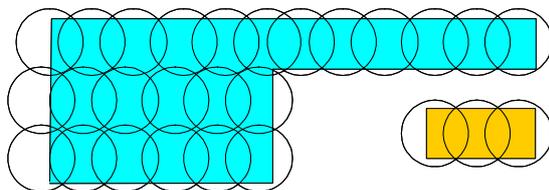


- **1a. Etapa – estabelecer o raio de similaridade a ser usado**
- **2a. Etapa – ART - determinar os domínios esféricos**
- **3a. Etapa – OU – conecta os domínios pertencentes a mesma classe**

**1a. Etapa -  
escolher um raio de similaridade  $r_0$  adequado**

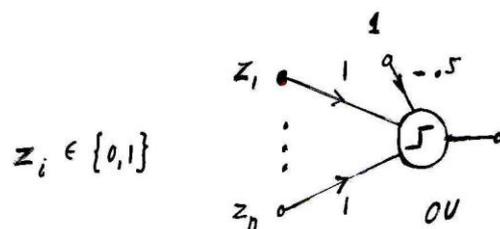
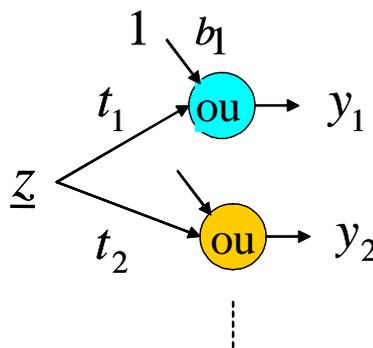
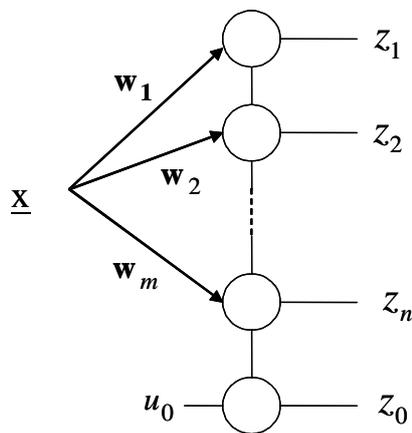


**• 2a. Etapa – ART - determinar os domínios esféricos**



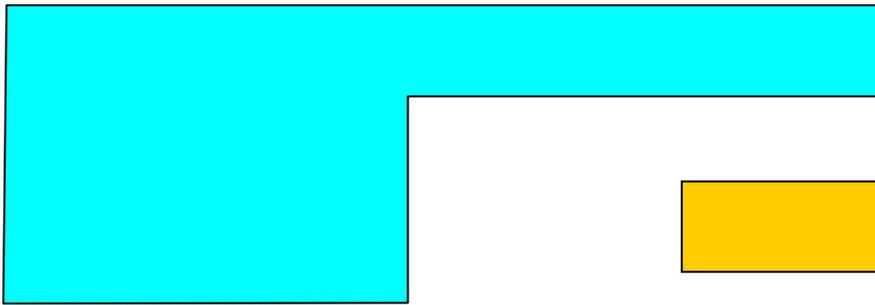
**3a. Etapa – OU – conecta os domínios pertencentes a mesma classe**

Construir a segunda camada com um neurônio “ou” para cada classe



$z_i \in \{0,1\}$

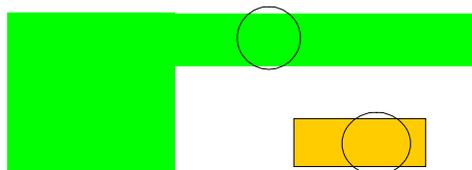
## 2.2 - Treinamento Não-Supervisionado



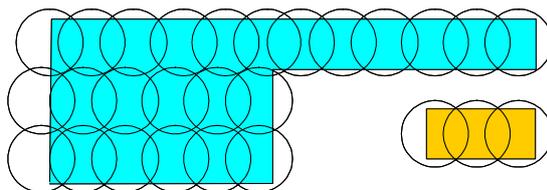
- 1a. Etapa – estabelecer o raio de similaridade a ser usado
- 2a. Etapa – ART - determinar os domínios esféricos
- 3a. Etapa – determinar os domínios vizinhos
- 4a. Etapa – OU – conecta os domínios vizinhos

- 1a. Etapa -

escolher um raio de similaridade  $r_0$  adequado

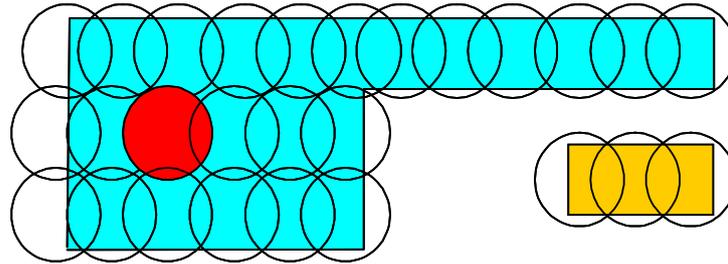


- 2a. Etapa – ART - determinar os domínios esféricos

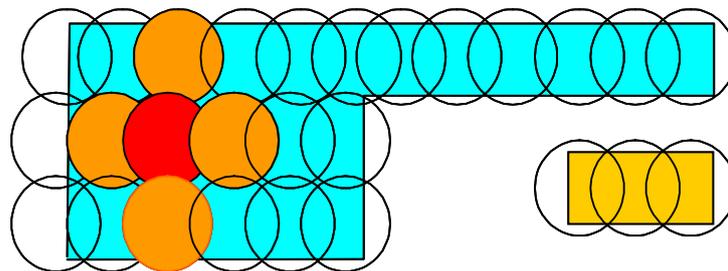


• **3a. Etapa – determinar os domínios vizinhos**

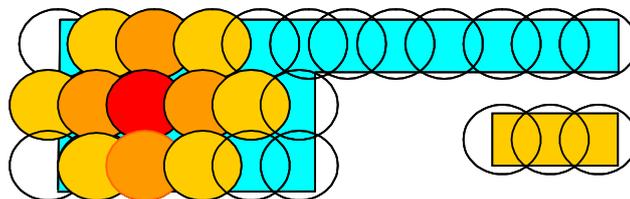
Centro de classe  $\underline{w}_i$  escolhido arbitrariamente



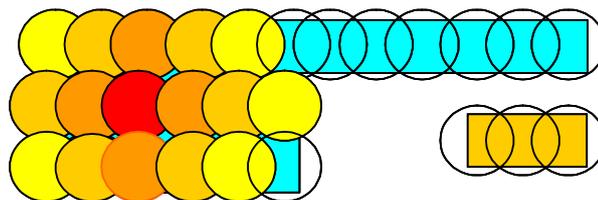
vizinhos  $|\underline{w}_i - \underline{w}_j| \leq 2r_0$



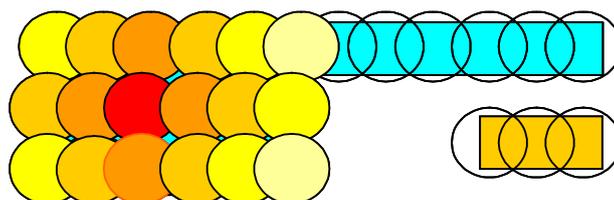
Vizinhos de vizinhos



Vizinhos de vizinhos de vizinhos



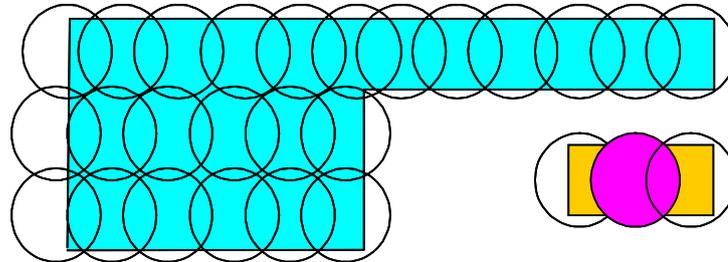
Vizinhos de vizinhos de ...



Todos pertencem à uma mesma classe.

Sobraram neurônios ?

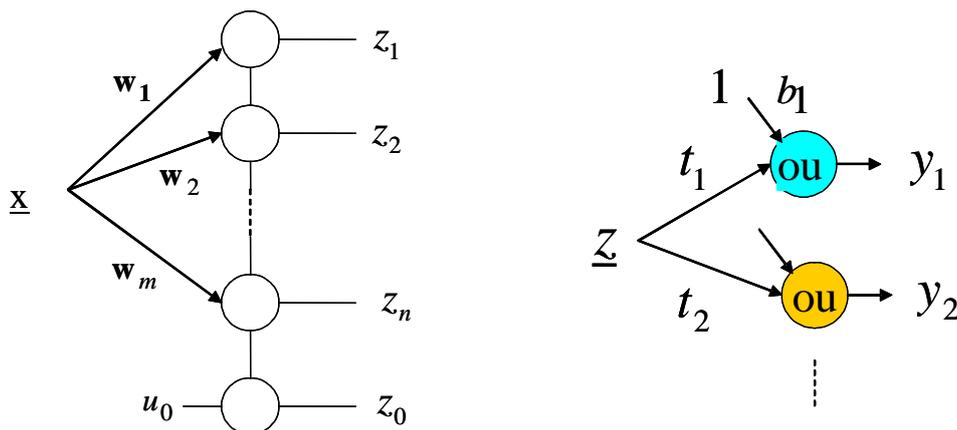
Recomeçar o processo, outra classe.



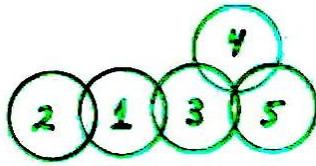
Não há mais neurônios ?

- 4a. Etapa – OU – conecta os domínios vizinhos

Construir a segunda camada com um neurônio “ou” para cada classe

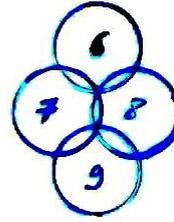


**Exemplo:**



1	2	-	
	3	4	-
		5	-

$C_1 = \{1,2,3,4,5\}$



6	7	9	-
	8	-	

$C_2 = \{6,7,8,9\}$



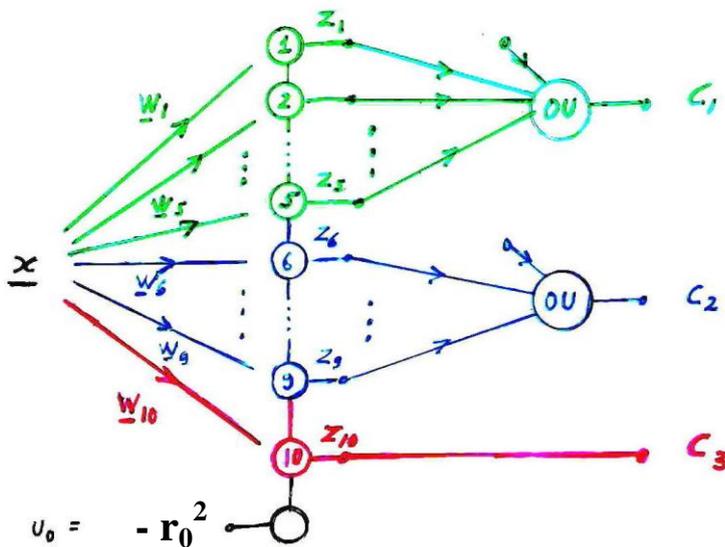
10	-

$C_3 = \{10\}$

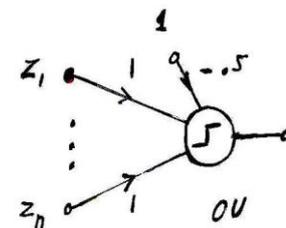
$C_1 = \{1,2,3,4,5\}$

$C_2 = \{6,7,8,9\}$

$C_3 = \{10\}$



$z_i \in \{0,1\}$

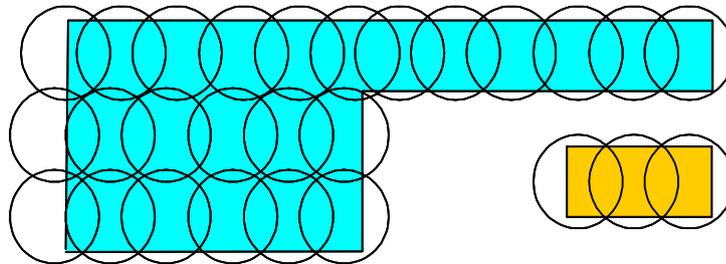


Obs: Sendo um processo não supervisionado este método não consegue diferenciar classes cuja separação (a) é muito menor que a dimensão das classes ou (b) é da ordem de grandeza de  $r_0$ .

### 3 - Uso de esferas de raios variados

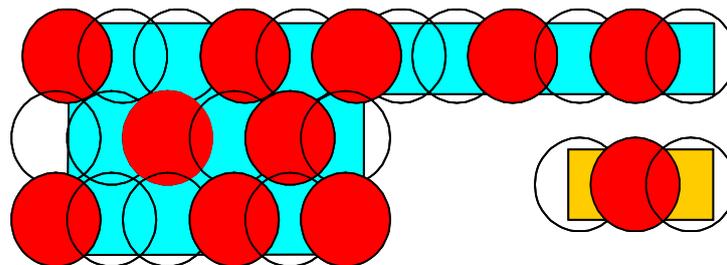
1. **Determine os domínios utilizando esferas suficientemente pequenas.**  
Como no processo inicial para classes não esféricas.

2. **Determine as classes e seus elementos**



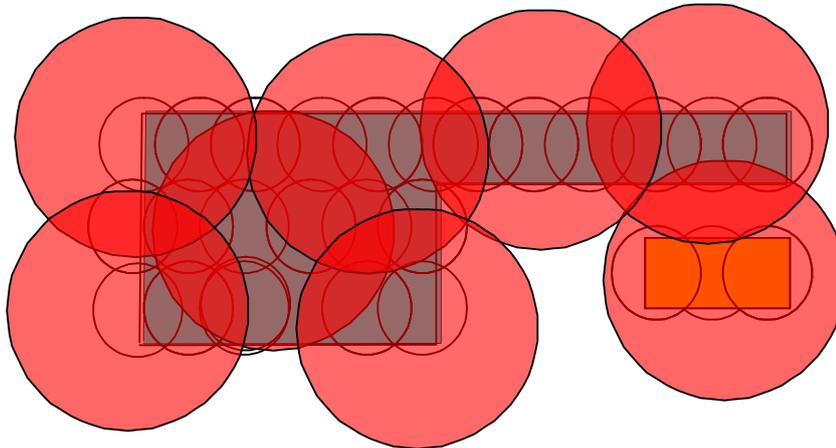
#### 3.1 - Processo associativo

a, **Escolha um conjunto de neurônios não vizinhos entre si tais que todos os neurônios são vizinhos de ao menos um neurônio do conjunto selecionado.**  
**Comece com os neurônios com maior número de vizinhos.**



**b. Para cada neurônio do conjunto selecionado e seus vizinhos recalculando o baricentro e o raio ou**

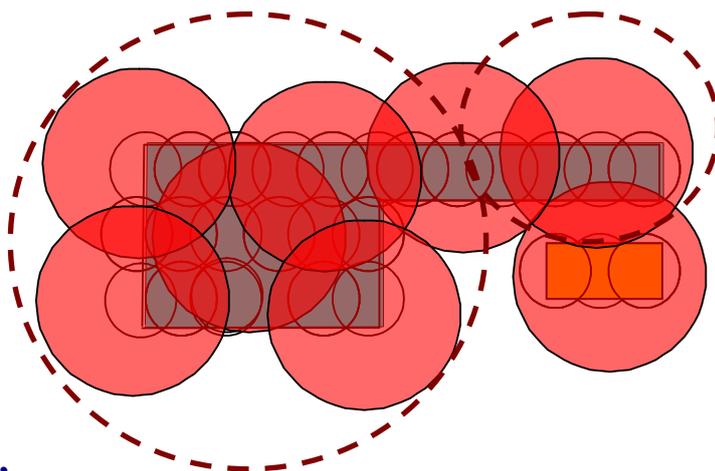
**b.1. Alternativa mais simples: use o mesmo centro e triplique o raio**



**c. Verificar se não houve classificações erradas. Se sim, reduzir o raio do neurônio ganhador errado até que o neurônio correto ganhe.**

**d. Verificar se não houve elementos não classificados. Se sim, criar novos neurônios para classifica-los corretamente**

**e. Repetir o processo com os novos neurônios até que o número de classes esteja adequado.**



**f. Construir a outstar de OU's**

### 3.2 - Processo divisivo

a. Estimar o raio de cada classe

b. Treinamento ART para cada classe usando seu raio

c. Verificar se houve “invasões”

**SIM** neurônios não invadidos - congelar  $\underline{w}_i$  e  $r_i$

neurônios invadidos - reduzir  $r_i$ , congelar  $\underline{w}_i$  e  $r_i$

verificar se há áreas “descobertas”

**SIM** - retornar ao passo b

**NÃO**- passo d

**NÃO** passo d

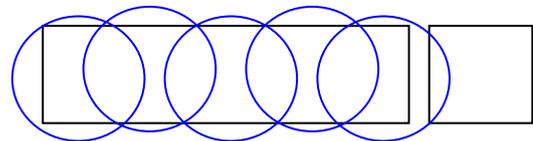
d. Construir a “outstar” de OU’s

**Exemplo:**

**Classes**

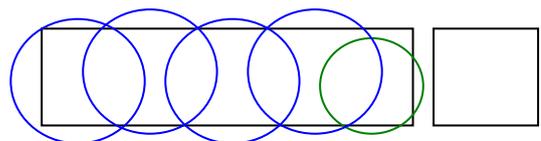
b – Treinamento ART

c – Há “invasões”



c – Redução de raio

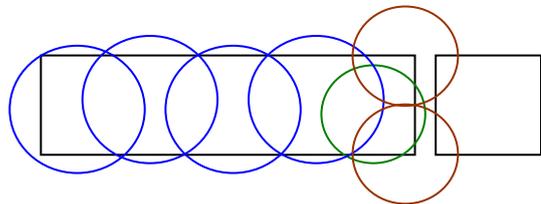
Há áreas descobertas



b – ART novamente

São criados novos neurônios

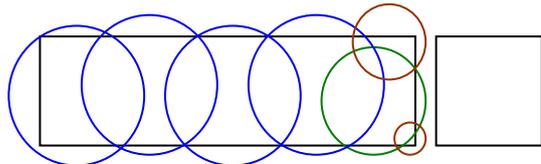
c - Há novas invasões



c – Redução de raio

Não há áreas descobertas

Fim



# A Speaker Verification Method Using LPC Singularity Location

Hardy L. C. P. Pinto

Rafael G. C. P. Pinto

Luiz P. Calôba

Representação LPC dos fonemas /a/ e /i/

Cinco locutores masculinos

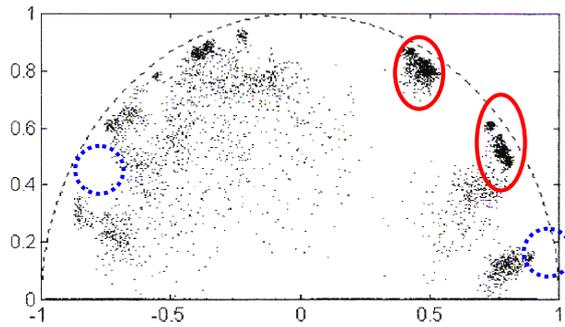


Figure 1- Roots of the predictor polynomial for segments of the sustained Portuguese phoneme /a/ for five different people of the same sex.

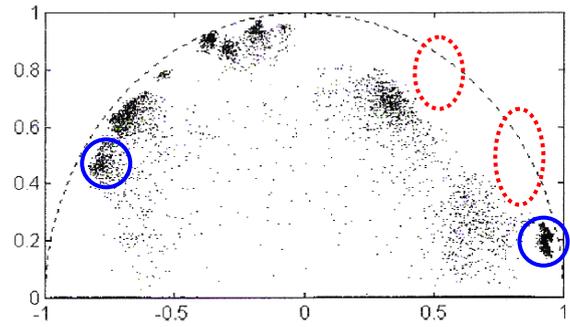


Figure 2- Same as fig. 1 for the phoneme /i/.

Diferenciação dos locutores

Fonema /a/ por dois locutores diferentes

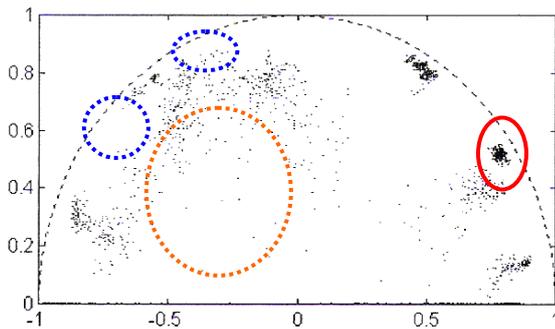


Figure 3 - Phoneme /a/ spoken by one speaker.

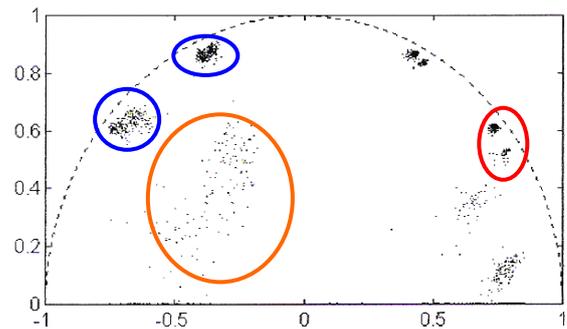


Figure 4 - Phoneme /a/ spoken by another speaker.

### Rede ART modificada:

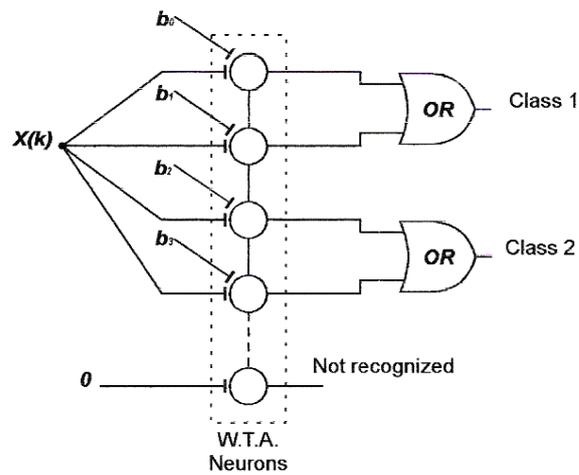


Figure 5 - Modified ART structure

### Taxas de acerto de Fonemas:

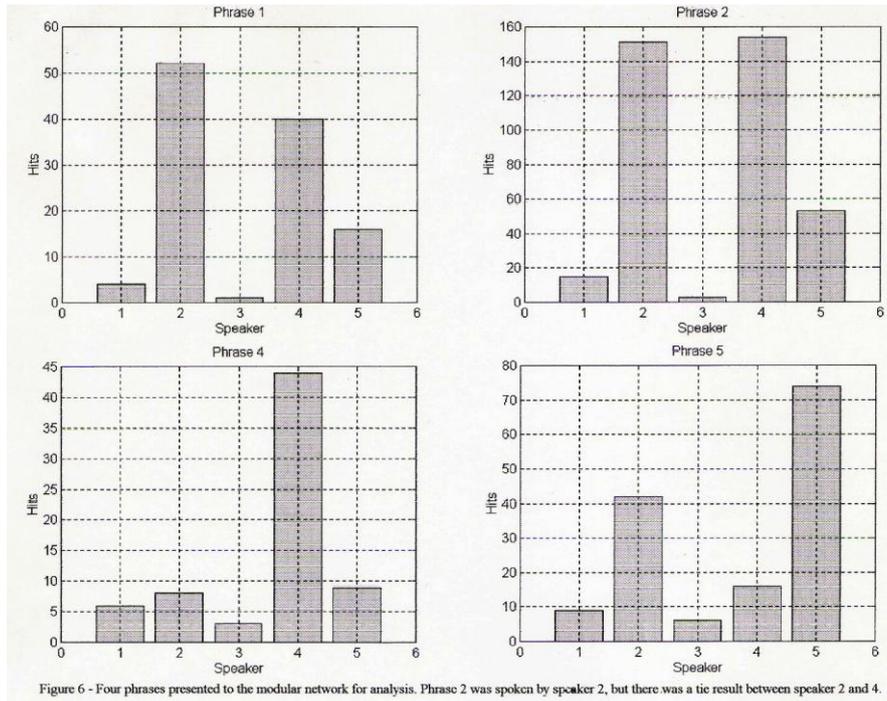
TABLE I A - PHONEME TEST SET

Phoneme	Total segments	Correct	Not recognized	Wrong classif.
/a/	548	98.91 %	0.00 %	1.09 %
/e/	600	99.17 %	0.33 %	0.50 %
/i/	551	99.64 %	0.18 %	0.18 %
/o/	601	97.84 %	0.67 %	1.49 %
/u/	549	97.45 %	1.09 %	1.46 %

TABLE I B - CONFUSION TABLE FOR THE PHONEMES

Spoken	Recognized				
	/a/	/e/	/i/	/o/	/u/
/a/	98.90 %	0.37 %	0.00 %	0.73 %	0.00 %
/e/	0.17 %	99.17 %	0.00 %	0.00 %	0.33 %
/i/	0.00 %	0.00 %	99.63 %	0.00 %	0.18 %
/o/	1.50 %	0.00 %	0.00 %	97.84 %	0.00 %
/u/	0.00 %	0.18 %	1.09 %	0.18 %	97.45 %

### Votação para Locutores:



### Taxa de acerto de locutores

TABLE II A - SPEAKER TEST SET (MODULAR TOPOLOGY)

Speaker	Total segments	Correct	Not recognized	Wrong classif.
2	750	75.20 %	7.87 %	16.93 %
3	749	91.32 %	3.20 %	5.48 %
4	598	70.23 %	11.71 %	18.06 %
5	752	82.71 %	6.52 %	10.77 %

TABLE II B - CONFUSION TABLE FOR SPEAKERS (MODULAR)

Speaker	Recognized Speaker				
	1	2	3	4	5
2	0.93 %	75.20 %	7.33 %	7.20 %	1.47 %
3	0.00 %	2.80 %	91.32 %	0.88 %	1.87 %
4	1.17 %	13.88 %	1.00 %	70.23 %	2.01 %
5	0.00 %	2.79 %	6.25 %	1.75 %	82.71 %

## Os autores do trabalho:

