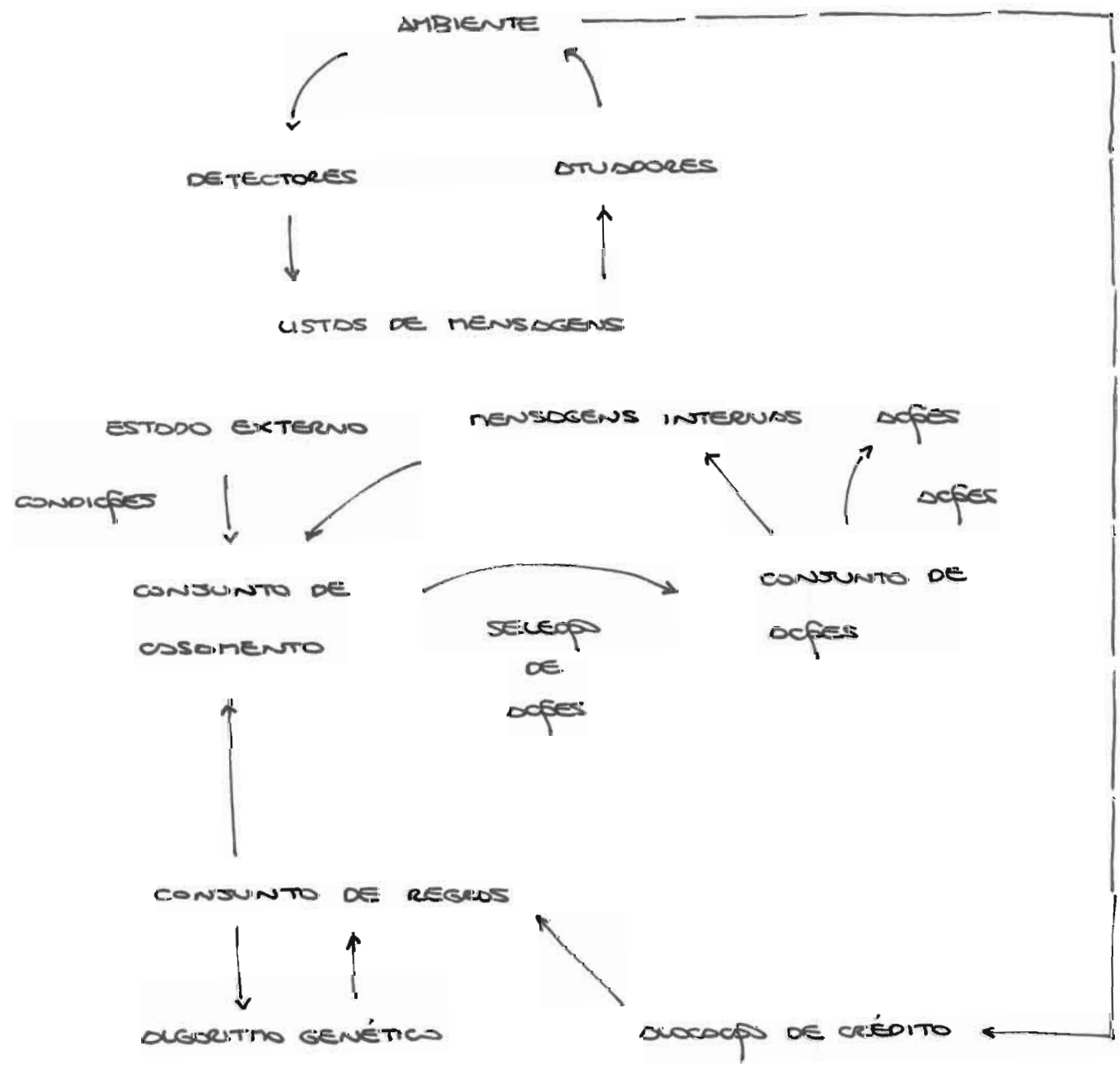


12) SISTEMAS DE APRENDIZADO DE CLASSIFICADORES (CAP. 7 - LCS)



• JOHN HOLLAND, 1976 — ADAPTATION (ROSEN, SNELL, EDS.)

PROGRESS IN THEORETICAL BIOLOGY: 4.

• UMA ESTRUTURA DE ESTUDO PARA A PESQUISA DO APRENDIZADO EM SISTEMAS CONDICIONAIS: DDD (E PARA A PESQUISA DO INTERCOM, DESTE CONJUNTO DE REGRES COM UM AMBIENTE EXTERNO).

CONCEITOS INTRODUTÓRIOS:

- EM LCS, O EA FUNCIONA COMO UM MECANISMO PARA O DESCOBRIMENTO DE REGRAS.
- "SISTEMA" (DE REGRAS) RESPONDE DO ESTADO ATUAL DO AMBIENTE DE UMA FORMA QUE MAXIMIZE A RECOMPENSA.
- EVOLUÇÃO COOPERATIVA ENTRE REGRAS DE UMA POPULAÇÃO.

DETECTORES

- ESTADO DO AMBIENTE $\xrightarrow{\text{DETECTORES}}$ LISTA DE MENSAGENS
- RESULTADOS ANTERIORES DE REGRAS OU DETECTORES $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ LISTA DE MENSAGENS.
- PARTE "CONDICIONAL" DO REGRA $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ ENDOXA NA LISTA DE MENSAGENS ATUAL? SE SIM, O REGRA É DISTRIBUÍDO DO CONJUNTO DE CONSENTIMENTO ATUAL. NESTE CONJUNTO, PODE HAVER DIFERENTES REGRAS SUGERINDO AÇÕES DIFERENTES.
- REGRAS DO CONJUNTO DE CONSENTIMENTO SÃO GRUPOADAS SEGUNDO AS AÇÕES QUE ELAS SUGEREM $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ PREVISÃO DE RECOMPENSA PARA CADA AÇÃO.
- AÇÃO É ESCOLHIDA $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ TODAS AS REGRAS QUE SUGEREM AQUELA AÇÃO SÃO DISTRIBUÍDAS DO CONJUNTO DE AÇÃO DESTA INSTANTE.
- AÇÃO $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ LISTA DE MENSAGENS
 - $\left[\begin{array}{l} \rightarrow \text{DETETORES} \\ \rightarrow \text{E/OU MENSAGENS INT.} \end{array} \right.$
- AMBIENTE $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ RECOMPENSA $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ DISTRIBUIÇÃO DE CRÉDITO
- GA $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$ DADO SOBRE A POPULAÇÃO DE REGRAS

- APRENDIZADO POR REFORÇO (REINFORCEMENT LEARNING)
- REGRAS DE GENERALIZAÇÃO SOBRE O AMBIENTE — # (DON'T CARE)
- CITAÇÕES DE ALTA COMPLEXIDADE, NO LIVRO: SAMUEL, GOFER-1, ALECSYS. PROBLEMA DE SOBRE-GENERALIZAÇÃO.
- EXEMPLO DE BAIXA COMPLEXIDADE — SISTEMA CLASSIFICADOR DE NÍVEL ZERO (ZCS): S. W. WILSON. ZCS: A ZERO-TH LEVEL CLASSIFIER SYSTEM. EVOLUTIONARY COMPUTATION, 1994.

12.1 EXEMPLO INTRODUTÓRIO — MULTIPLEXADOR

SEQUÊNCIAS BINÁRIAS COM $k = c + 2^c$ BITS

\downarrow \downarrow
 ENDEREÇO DADOS

ex.: $c = 2 \rightarrow k = 6$

• CONSIDERE: $\underline{101011} \rightarrow 0$

• REGRA (BÁSICA — NÃO É A REGRA COMPLETA) 101011 : 0

OBS.: CONSTRUIR SISTEMA DE REGRAS / ESTUDAR SISTEMA EXTERNO

• O AMBIENTE ESTÁ DEFINIDO SOBRE 2^{k+1} REGRAS BÁSICAS.

• GENERALIZAÇÃO E "DON'T CARE": 10#0### : 0

• REPRESENTAÇÃO ESTENDIDA (REGRA COMPLETA):

CONDIÇÃO: DADA \rightarrow RECOMPENSO

REGRAS :

101011 : 0 \longrightarrow 100

101011 : 1 \longrightarrow 0

\uparrow
RECOMPENSO PREVISTO

ETAPAS PARA A GERENÇÃO DE UM SISTEMA DE REGRAS QUE ESCOLHE SOLUÇÕES QUE MAXIMIZAM A RECOMPENSO :

1) INTERFACIA SISTEMA/AMBIENTE : $a : b \longrightarrow c$

2) POPULADO DE REGRAS

3) CICLO DE ATUALIZAÇÃO DE REGRAS

A CONDIÇÃO DE CADA REGRA DO BASE DE REGRAS É EXAMINADO PARA VER SE SE CUMPRIDA COM "a". ASSIM É FORMADO UM "CONJUNTO DE CUMPRIMENTO".

REGRAS DO CONJUNTO DE CUMPRIMENTO SÃO AGRUPADAS CONFORME SUAS DQES :

110 : 1 \longrightarrow 200

110 : 0 \longrightarrow 0

110 : 1 \longrightarrow 5

110 : 1 \longrightarrow 0

#10 : 1 \longrightarrow 10

PODE-SE ESTIMAR A RECOMPENSO PREVISTO PARA CADA DQES.

UM DQES É ESCOLHIDO E, EM TORNO DELE, É FORMADO O CONJUNTO DE DQES DO INSTANTE ATUAL.

• d_{op} \longrightarrow AMBIENTE \longrightarrow RECOMPENSO \longrightarrow
 \longrightarrow MECANISMO DE SELECÇÃO OU DISTRIBUIÇÃO
 DE CRÉDITO \longrightarrow CONJUNTO DE OPES RECOM-
 PENSO.

4) CICLO DE DESCOBERTO DE REGRAS (GA)

- SELECÇÃO DE PAIS CONFORME A "FORÇA" (RECOMPENSO PREVISTO) DE CADA REGRA
- RECOMBINAÇÃO E MUTAÇÃO NA PARTE a:b DO REGRA
- FILHOS RECEBEM A METADE DA FORÇA DOS PAIS
- SELECÇÃO DE SOBREVIVENTES: TAMBÉM CONFORME A FORÇA.

OBSERVAÇÕES:

1. ESBOÇO DE GA PARA O CICLO DE DESCOBERTO DE REGRAS — TABELA 7.1 DO LIVRO-TEXTO.
2. 101011 : 0 \longrightarrow 100, A RECOMPENSO PREVISTO NÃO É PARTE DO GENÓTIPO.
3. MULTIPLEXADOR. \longrightarrow PROBLEMA DE UM SÓ PASSO. QUANDO HÁ MAIS DE UM PASSO, OCORRE COOPERAÇÃO ENTRE REGRAS.
4. REGRAS COM A MESMA d_{op} ATRIBUÍDO ÀS MESMAS CONDIÇÕES ESTÃO EM COMPETIÇÃO.

• EXEMPLOS MAIS AVANÇADOS, NO LIVRO-TEXTO:

— "ZCS: ZERO-TH LEVEL CLASSIFIER SYSTEM"

— XCS

— ENTRADAS/SÓTOS COM VALORES REAIS

— CLASSIFICADORES "FUZZY"

— CLASSIFICADORES "S"

— APLICAÇÕES:

- MODELAGEM DE NEGOCIANTES NO MERCADO FINANCEIRO;
- PROBLEMA DE MÚLTIPLOS PASSOS.