

I) REAL e suas IMAGENS

O conhecimento humano assenta numa vasta colecção de IMAGENS do REAL.

O REAL é tão complexo e evolui por formas tão diversas, que não é possível dominar os seus processos e comportamentos dum forma exaustiva.

Uma IMAGEM do REAL, pode ser, por exemplo, uma fotografia, uma paisagem, uma proposição subjectiva, uma posição dum botão de comando, uma luz que se acende, etc., etc.

A interpretação do Real implica o conhecimento de um certo número de imagens que possuem entre si vínculos ou relações:

"Carregando neste botão acende-se uma luz", a Relação "luz-botão" é uma lei da "natureza".

As "imagens" têm vindo através dos tempos, a ser classificadas usando-se critérios vários e assim nasceram conceitos, como por exemplo: Volumes, Pesos, Tempo, Valor Monetário, Valores Humanos e Sociais diversos.

Estas classificações permitem comparar objectos Reais distintos usando a mesma "Classe de Imagens" que, em física, se designa de "Grandezas" e, dum modo geral, de atributos.

O Universo dos objectos Reais é estudado por meio do Universo dos Atributos.

Aliás os atributos são apercebidos pelo Homem pelo conhecimento dos objectos que os possuem em maior ou menor grau.

II. PROBLEMA IMAGEM

A necessidade de IMAGENS DO REAL resulta da existência de PROBLEMAS que o Homem tem de resolver.

Daí que a "IMAGEM ÚTIL" dum mesmo REAL vai depender do PROBLEMA.

Por exemplo:

PROBLEMA	IMAGEM (útil)	OBJECTO
TRANSPORTAR	PESO, VOLUME, FRAGILIDADE, etc	MESA
DESCREVER ECONOMICA E FI- NANCEIRAMENTE	BALANÇOS, CONTAS DE RESUL- TADOS, Nº. TRABALHADORES	EMPRESA
VALORIZAR EM ESCUDOS (AVALIAR)	CUSTO, TEM OU NÃO ESTILO, QUANDO FOI CONSTRUIDA, ETC	MESA
LIQUIDAR	INVENTÁRIOS, OBRIGAÇÕES SO- CIAIS, ETC. ETC.	EMPRESA
(I)	(III)	(II)

Assim, sendo dados o OBJECTO e o PROBLEMA resultará a IMAGEM adequada, e é esta a questão fundamental a resolver.

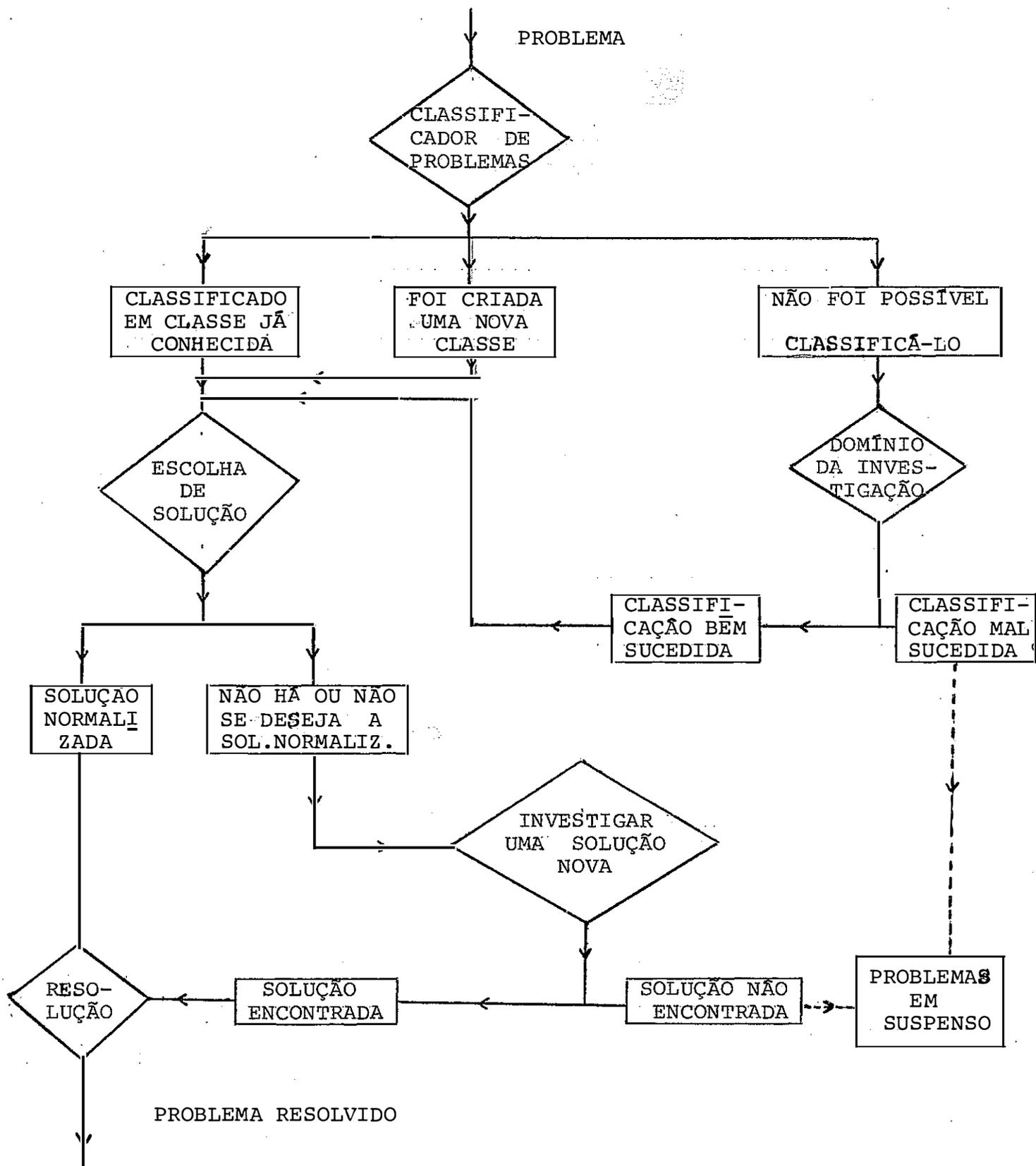
Porque uma das actividades humanas mais importantes é a Tipologica - resultou que os objectos e os Problemas foram e continuam a ser, tipificados (classificados).

Assim, surgindo um problema relativo a um certo conjunto de objectos, a primeira operação será tentar classificá-lo.

O diagrama junto mostra a sucessão de operações.

Note-se por simplicidade de linguagem substitui-se o par (Problema/Objecto) pela palavra Problema.

DIAGRAMA



III. SISTEMAS, ENTRADAS E SAÍDAS, CAIXA PRETA

1) DICIONÁRIO

Há uma certa vantagem em introduzir progressivamente alguns vocábulos da "Teoria de Sistemas" e que vai permitir precisar os conceitos.

Assim adoptar-se-á:

Em vez de:

Usar-se-á:

CORPO OU REAL	SISTEMA
ATRIBUTOS	VARIÁVEIS (ou GRANDEZAS)
CONJUNTO DE ATRI_UTOS QUE CARACTERIZAM O REAL	VARIÁVEIS DE ESTADO
CONJUNTO DE ATRIBUTOS QUE CARACTERIZAM A INTERVENÇÃO NO REAL	ENTRADAS (VARIÁVEIS DE)
CONJUNTO DE ATRIBUTOS QUE CARACTERIZAM O COMPORTAMENTO EXTERNO DO REAL	SAÍDAS (VARIÁVEIS DE)

2) ESQUEMA DA TEORIA DE SISTEMAS

A Teoria dos Sistemas desenvolveu alguns "esquemas mentais" para representar o real com uma certa precisão e daí nasceram alguns conceitos que convém apresentar:

2.1. ESTADO DO SISTEMA

Admite-se que um sistema pode ser descrito exhaustivamente por um certo número de variáveis escolhidas adequadamente.

Nos sistemas- com memória, existirão variáveis que memorizam o passado, em parte ou no todo.

Uma "conta corrente", "diário", são variáveis que memorizam o passado.

2.2. EVOLUÇÃO DO SISTEMA (com o TEMPO)

O sistema quando perturbado por uma ENTRADA (caracterizada por um certo número de Variáveis), modifica o seu ESTADO e eventualmente a SAÍDA (caracterizada por um certo número de Variáveis).



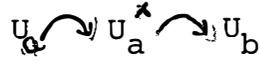
É usual conceber o seguinte esquema temporal.

O sistema está no Estado $U_a(t)$ e recebe uma entrada $E(t)$ passa ao Estado U_a^+ e depois emite uma Saída $S(t + \delta t)$ e U_a^+ passa ao novo estado $U_b(t + \Delta t)$.

Se E foi recebido pelo Sistema no instante t e S foi emitido no instante $t + \Delta t$, a Δt dá-se a designação de tempo de resposta.

Pode definir-se também como $\max(\delta t; \Delta t)$.

Por exemplo;

Apresenta-se um cheque para descontar, 5 minutos depois a sua conta corrente que estava no estado U_a  e quando recebeu o dinheiro (saída) uns 10 minutos depois da entrada do cheque já a sua conta corrente estava no estado U_b . $\delta t = 10$ minutos

Depositou dinheiro (entrada E) a sua conta será movimentada 24 horas depois

$$U_g - U_a = 24 \text{ h.} \quad (\text{Tempo de resposta muito maior})$$

2.3. ENTRADAS E SUA TIPIFICAÇÃO

As Entradas costumam classificar-se em Comandos e Ruído. Os comandos estão à disposição do Homem, o Ruído não.

Para o SISTEMA, Comandos e Ruídos são ENTRADAS, mas para o "DONO DO PROBLEMA", a tipificação feita é importante, uma vez que pode intervir nos comandos, mas não no ruído (que lhe é imposto).

Os Comandos do SISTEMA podem estar na mão de mais de um "interventor", como sucede nos Jogos, (Kriegsspiel, Estudos de Mercado, etc.).

2.4. SAÍDAS

As saídas do SISTEMA são múltiplas, mas as variáveis consideradas, são apenas aquelas que interessam ao problema que são anotadas.

3) CAIXA PRETA

Em muitos problemas não se conhece o Sistema na sua estrutura e composição - o sistema é uma "caixa preta".

Os problemas relacionados com o conceito de "caixa preta" são:

- a) Conhecidas as entradas $E(t)$ e as Saídas $S(t)$ correspondentes, durante um intervalo de tempo (t_a, \dots, t_g) , inferir as características da "Caixa Preta"
- b) Conhecidas as Características da "Caixa Preta" (mas não a estrutura ou composição da mesma).

ou Determinar a saída $S(t)$, conhecida a entrada $E(t)$ ou

ou Determinar a entrada $E(t)$ que dá a saída $S(t)$.

Note-se que:

- há mais que um sistema real que satisfaz ao Problema a)
- há mais do que uma saída $S(t)$ possível, para uma dada entrada e uma dada Caixa Preta, devido ao Ruído (Problema b)
- há mais do que um Comando ($E(t)$) que permite obter uma dada saída $S(t)$ com uma determinada "Caixa Preta".

4) GRANDES CLASSES DE PROBLEMAS E SOLUÇÕES4.1 - Introdução

Já se viu em 3) que os três termos dum sistema eram: (E,U,S)
(Entradas, Sistema, Sidas).

A classificação assenta no nível de "conhecimento" que se possui de E. U, e S.

a) Conhece-se (E, U, S)

Não há problema uma vez que se possui toda a informação, sobre entradas, sistema e saídas, contudo pode haver questões a resolver, por ser apenas aparente esse conhecimento.

b) Conhecem-se dois termos e pretende-se conhecer o terceirob.1) Conhece-se (E. S.)Desconhece-se U

Problemas da identificação do sistema

b.2) Conhece-se (E, U)Desconhece-se S

Problemas Directo ou funcional

b.3) Conhece-se (U, S)Desconhece-se E

Problemas de Comando

c) Conhece-se 1 termo apenas

- c.1) Conhece-se U
Desconhece-se E.S

Problema Condicional, estudo de várias hipóteses de E tendo em vista os S obtidos.

- c.2) Conhece-se E
Desconhece-se U e S

Problemas de escolha de Caixas Pretas, tendo em vista certas finalidades S., para uma data entrada, E..

- c.3) Conhece-se S
Desconhece-se o U e E

Problemas de escolha de Caixas Pretas, tendo em vista certos comandos E., para uma dada saída.

- d) Não se conhece U, E, S, Problema sem sentido, mas que deverá ser precisado em termos de caixa n'algum dos casos anteriores.

Identificação de Problemas.

4.2 - Problemas de Classe (E.U.S.) (a)

Aparentemente tudo é conhecido contudo de E só se conhece a parte que corresponde ao Comando E_c e não ao Ruido E_r .

Na verdade em muitos casos o que se conhece é (E_c, U, S) então, pode constituir problema estudar E_r .

Se E_r obtido for considerado grande demais, então pode nascer outro problema, descobrir no E_r total qual a parte que é produzida pelo sistema Eri (ruído interno) qual a que é injectada do exterior Ere.

Resumindo: em geral, só aparentemente se conhece (E,U,S) e a informação dada é apenas uma primeira aproximação que deverá ser melhorada, isto é, os problemas (E.U.S.) degeneram nos do tipo b e c).

4.3) Conhece-se (E, S) desconhece-se U

Estes problemas designam-se de identificação do Sistema U.

Automatização duma Fábrica, em geral, só se conhecem as saídas S para determinadas E e podem eventualmente fazer-se "experiências" no sistema, isto é, alterar os inputs E da Fábrica e observar as saídas S e daí tentar encontrar o U correspondente.

Estudos de mercado, (comportamento do mercado), influência dos preços ou da publicidade nas vendas.

Há muitos u u que são capazes de corresponder aos mesmos (E, S), normalmente prefere-se o mais simples U que responde satisfatoriamente as séries (E, S) recolhidas.

4.4) Conhece-se (E, U) desconhece-se S

É em geral o mais simples.

- Qual a energia debitada por uma máquina, conhecida esta e o consumo de combustível.
- ou conhecida a máquina e a energia debitada qual o consumo de combustível.
- Conhecendo a elasticidade do mercado em relação ao preço qual a venda presumível para uma dada política de preços.
- Conhecendo uma empresa razoavelmente e desejando realizar um aumento de vencimentos, qual a presumível altera

ção nos lucros.

Em resumo estes problemas tomam a forma de

$$S * Y (U, E)$$

e esta função Y é explícita e daí que S seja fácil de calcular.

4.5) Conhece-se (U,S) e desconhece-se E

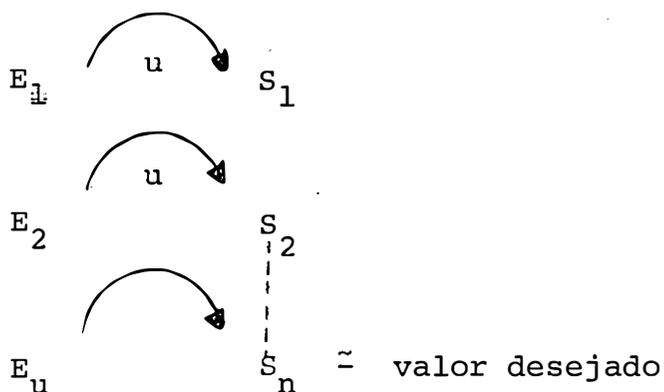
Este é um problema de "Comando" E .

Propõe-se da forma seguinte: conhece-se o sistema U , deseja-se que este dê uma saída S , como comandá-lo.

Se fosse possível explicitar E , isto é, escrever $E = \Psi(U,S)$ seria tão fácil como o 4.4);

Em geral, porém, não se sabe e daí que seja necessário experimentar vários E . até acertar.

Os métodos usados são os de "séries convergentes", e o mérito de uma dada série é aferido pela rapidez com que converge.



Na região vizinha do E_n há muitas entradas E que são praticamente equivalentes a E_n .

Muitas vezes o S não é definido com precisão mas apenas se declaram alguns atributos a que S tem de satisfazer e então o caso 4.5) degenera no caso 4.6).

4.6 Conhece-se U desconhece-se (E, S)

Este caso é típico nas matrizes de "input-output" como sucede na matriz das "Proteínas".

O operador U é dado e o que se pergunta é:

que E E dão o resultado S

ou

que S S dão a entrada E

O Problema tem carácter exploratório porque busca o par (E,S) que mais "interessa", entende-se o E como o "preço" para obter o "resultado" S , qual o conjunto (E,S) que extrema uma funcional, esta funcional mede o interesse ou utilidade desse par (E,S) .

Uma fábrica é dada, como melhor explorar? a Fábrica U é dada, que entradas (Matérias Primas) usar que dão origem a saídas (produtos Acabados), são as melhores para tirar o máximo rendimento da Fábrica?

4.7) Conhece-se E, desconhece-se U,S

Dispõe-se de dinheiro, que empresas U escolher para obter a mais valorizada saída S.?

Dispõe-se de mão-de-obra onde empregá-la - a montar a Fábrica, a reparar a caldeira, etc.?

Uma jazida de mineiro foi reconhecida, como extrai-lo, a que ritmo, qual o processo a empregar, etc.?

Deseja-se gastar 1\$00 por masso de tabaco, como repartir: na qualidade do tabaco, ou na quantidade do tabaco, na qualidade do papel, embalagem, etc.?

Estes problemas, exigem muita criatividade.

4.8) Conhece-se S, desconhece-se (U,E)

O objectivo é dado, que sistema U usar, como comandá-lo:

- deseja-se ocupar 50% do mercado; como atingir o objectivo:

melhorar a unidade Fabril;
comprar outras Matérias Primas
publicidade;

etc., etc..

- Deseja-se fornecer energia a Lisboa, donde mandá-la vir? descarregar as barragens do Douro, ou do Fratel ou lançar mais uma unidade na Central Térmica?

Novamente, há que escolher funcionais a estremar.

Estes problemas são complexos.

4.9 - Não se conhece E.U.S

Este problema é frequente .

O Cliente não sabe definir o Problema.

O Trabalho que cabe ao modelador é justamente definir em que tipo de Problema ele tem cabimento.

Trata-se duma actividade exploratória e de investigação.

Não há regras a não ser estas muito gerais

- Recolher dados sobre E,S, e U.
- Tentar encontrar correlações entre E, S,e U.
- Esboçar um U provisório
- Estudar (E=S) com nase nesse U.
- Melhorar U, E, e S

V - ESPAÇO-IMAGEM

1. Introdução

Já se viu que o espaço onde a imagem do Real seve der projectada depende essencialmente do PROBLEMA e resolver.

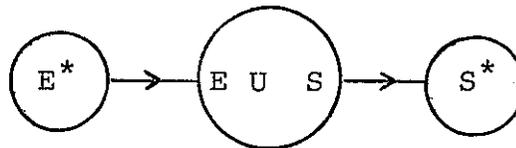
É objectivo deste capítulo estudar alguns casos que ilustrem e ponham em evidência os seguintes pontos:

- A influência decisiva do PROBLEMA na escolha do Espaço-Imagem;
- O compromisso entre a dimensão do espaço (número de atributos a definir), o custo respectivo e a perfeição da Imagem
- As dimensões destinadas a caracterizar o passado do Sistema (memória).

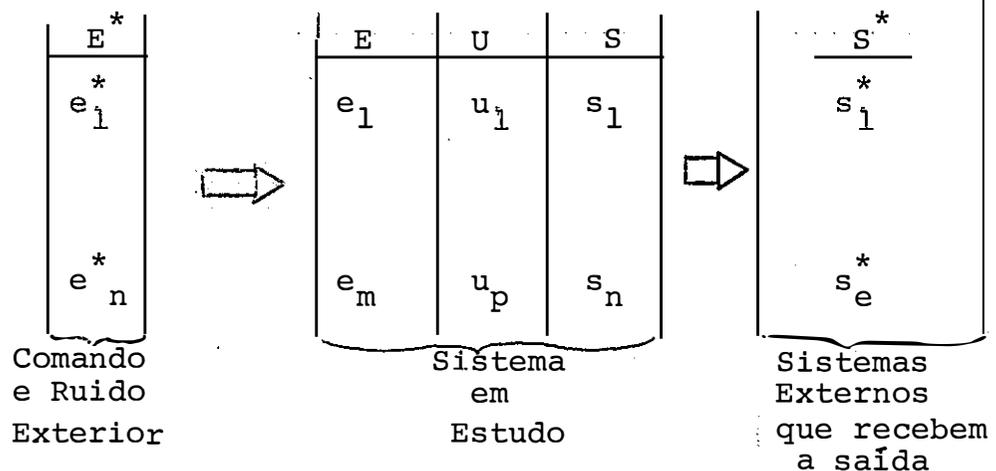
Por outro lado, o Capítulo V é, de certo modo, introdutório ao desenho do modelo.



O sistema é caracterizado, já se viu nos capítulos anteriores por (E, U, S), convém agora invocar a presença de duas novas entidades; a que comanda o sistema e a que recebe a saída do Sistema



Os espaços imagens respectivos são:



2. Comentários e recomendações

Tratar-se-à primeiro dos espaços relativos à "Entradas e Saídas" e depois do Espaço onde se descreve o Sistema U.

a) Espaços das Entradas e Saídas

Quanto às entradas e saídas a Regra é que:

$$\mathcal{E}_{E^*} \equiv \mathcal{E}_E$$

$$\mathcal{E}_{S^*} \equiv \mathcal{E}_S$$

Se tal não suceder a única "informação" que é transferida para e do Sistema é dado, respectivamente, por:

$$\mathcal{E}_{E^*} \cap \mathcal{E}_E \quad \text{e} \quad \mathcal{E}_{S^*} \cap \mathcal{E}_S$$

Se destas intersecções resultarem conjuntos vãos o Sistema ficará "isolado" respectivamente à entrada ou à saída.

Alguns exemplos ilustram várias situações típicas:

- Dar um comando sonoro a um sistema que não tem instrumento sensível ao som $e \in \mathcal{E}_{E^*}$ mas $e \notin \mathcal{E}_E$

- Tentar depositar num banco uma importância na conta dum indivíduo que não tem conta nesse banco

$$e \in \mathcal{E}_{E^*} \quad \text{mas} \quad e \notin \mathcal{E}_E$$

- Num estudo de mercado pedir o "local de nascimento" mas esta informação não é variável do modelo do mercado

$$e \in \mathcal{E}_{E^*} \quad \text{mas} \quad e \notin \mathcal{E}_E$$

- Pedir que a contabilidade indique o número de trabalhadores, quando esta informação não existe na contabilidade (Sistema)

$$s \in \mathcal{E}_{S^*} \quad \text{mas} \quad s \notin \mathcal{E}_S$$

- A contabilidade fornece longas informações que não servem à gestão e por isso ninguém lê

s \mathcal{E}_S mas s ~~\mathcal{E}_S~~ *

- Uma das formas de controlar (comandar) a inflação é reduzir os meios de pagamento, porém não é utilizada, donde:

e ~~\mathcal{E}_E~~ mas e ~~\mathcal{E}_E~~ *

b) Espaço-Imagem do Sistema U

O espaço \mathcal{E}_U tem uma ligação mais subtil com \mathcal{E}_E e \mathcal{E}_S .

Com efeito:

O estado do Sistema U vai depender não só dos últimos comandos mas, em geral, de toda a história de Comandos anteriores.

Exemplificando:

Uma conta Bancária é movimentada. O "Sistema" cumpre os comandos creditando e debitando de acordo com as instruções recebidas. Excepto se se sacar a descoberto então o sistema não cumpre a ordem de pagamento.

Repare-se que se não existisse uma variável - saldo de conta - que resulta de toda a história passada da conta, mas que dessa história só conserva na memória o saldo não seria possível evitar o pagamento de cheques sem cobertura.

Assim, o Saldo é uma variável de memória.

A "saída" ou resposta do Banco no que interessa ao cumprimento da ordem assenta em duas variáveis:

- Recebimento da entrada $e \in \mathcal{E}_E$ ordem de pagamento

- Confrontação de e com o saldo da conta, u .

$$u \in \mathcal{E}_u, \text{ com, } e \leq u.$$

Repare-se ainda que o Banco depois de pagar um ^{cheque} à conta do depositante mudou de estado (é mais baixa) e a variável u de valor.

O espaço \mathcal{E}_u deve ser suficientemente vasto para conservar a informação contida no Comando \mathcal{E}_E , mas também (se o sistema tiver memória) informação de comandos (entradas) e saídas anteriores muitas vezes sob a forma sintética ou reduzida como sucedia com o saldo do exemplo acima.

As variáveis u não estão necessariamente em correspondência com as variáveis e e s o que convém é não "perder informação relevante".

$$u_k = \gamma_k (e_1, \dots, e_n, s_1, \dots, s_m)$$

e $k \in (1, 2, \dots, p)$

Por exemplo:

$$\begin{array}{l} u_1 = e_1 \\ u_2 = e_1 + e_2 \\ u_3 = e_1 + e_2 + e_3 \end{array} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{array}{c|c|c} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array} \quad \times \quad \begin{array}{c|c} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{array}$$

$$e \quad \begin{array}{c|c} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{array} = \begin{array}{c|c} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}^{-1} \cdot \begin{array}{c|c} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{array}$$

Toda a informação (e_1, e_2, e_3) toma a forma (u_1, u_2, u_3) mas não é perdida porque conhecido (u_1, u_2, u_3) é possível reproduzir e_1, e_2, e_3 .

Já o caso onde: $u_i = e_5 + e_6 + e_7$ então de U_i não é possível inferir os valores de e_5, e_6 e e_7 .

Assim se o Saldo $S = S_0 + E - S$ o saldo S não contém tanta informação como: S_0, E (entrada) e a S (saída), mas a informação S é tudo quanto é necessário memorizar.

Porque a informação memorizada é a mais cara, em geral, procura-se memorizar o mínimo, é por isso que em vez de memorizar toda a história das entradas e Saídas durante um certo período talvez baste a memorização do último Saldo.

Finalmente, recorda-se que há três tipos de operadores:

- os que perdem informação (filtros)

$\mathcal{E}_X \xrightarrow{\varphi} \mathcal{E}_Y$ mas não é possível regressar de $\mathcal{E}_Y \xrightarrow{\varphi^{-1}} \mathcal{E}_X$ ou seja não existe φ^{-1}

Exemplo:

$$Y = X_1 + X_2$$

mas conhecido Y não se pode obter X_1 ou X_2 separadamente.

- Os que conservam informação

$$\mathcal{E}_X \xrightarrow{\varphi} \mathcal{E}_Y \text{ e } \mathcal{E}_Y \xrightarrow{\varphi^{-1}} \mathcal{E}_X$$

conhecido X obtém-se Y e de Y pode regressar-se a X

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 0 & 4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \iff \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}$$

uma vez que $\det \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 0 & 4 \end{bmatrix} \neq 0$

- Os que geram informação diversa embora a informação total gerada esteja contida na informação de origem:

$$\mathcal{E}_X \xrightarrow{\varphi} \mathcal{E}_Y, \text{ com } \dim \mathcal{E}_Y > \dim \mathcal{E}_X$$

Por exemplo:

$$\begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 0 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{cases} Y_1 = \begin{bmatrix} 3 & 2 \end{bmatrix} \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} \\ Y_2 = \begin{bmatrix} 0 & 4 \end{bmatrix} \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} \\ Y_3 = \begin{bmatrix} 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} \end{cases}$$

$$\text{mas } \begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 0 & 4 \end{bmatrix} \cdot \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_3 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{vmatrix} Y_1 \\ Y_3 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} Y_2 \\ Y_3 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix}$$

⊗

É necessário que todos os menores de grau 2 sejam invertíveis.