

Sistemas Livres

© Paulo Roque Silva

Corrigido por Graça Fonseca

Lisboa - Portugal, 2018

Índice

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----|
| 1 | “ABSTRATO” | 3 |
| 2 | Ideias Contemporâneas | 4 |
| 3 | Motivação | 7 |
| 4 | “Estado da Arte” | 8 |
| 4.1 | Suposições | 12 |
| 5 | Ideia | 13 |
| 6 | Neurónio | 17 |
| 7 | Introdução aos sistemas | 19 |
| 7.1 | Sistemas com mensagens | 20 |
| 7.1.1 | Com endereço e encaminhamento | 21 |
| 7.1.2 | Com endereço, sem encaminhamento..... | 21 |
| 7.1.3 | Sem endereço nem encaminhamento..... | 22 |
| 7.2 | Sistemas com controlo..... | 23 |
| 7.2.1 | Controlo centralizado..... | 23 |
| 7.2.2 | Controlo descentralizado | 25 |
| 8 | Sistema de comunicação..... | 26 |
| 8.1 | Endereços e Endereçamento..... | 26 |
| 9 | ”Procura” | 28 |
| 10 | Aprendizagem..... | 30 |
| 11 | Passado | 32 |
| 12 | Decisão | 34 |
| 13 | Cerebelo..... | 34 |
| 14 | Arquitetura..... | 36 |
| 15 | Dor, Prazer e Motivações | 37 |
| 15.1 | . Dor | 37 |
| 15.2 | . Prazer | 37 |
| 15.3 | . Motivações..... | 38 |
| 15.4 | . Aleatório | 38 |
| 16 | Dinâmica - Sono | 38 |
| 17 | Emoções | 39 |
| 18 | TESTE | 40 |
| 18.1 | DESCRIÇÃO..... | 40 |
| 18.2 | Entradas | 41 |
| Os 4 sensores têm um sinal cada um de entrada no sistema cada sinal variando entre 0 e 255. E o sentido proprioceptivo tem 12 sinais correspondendo a 5 ações, 5 emoções, energia e motivação..... | | |
| 18.3 | Saídas | 41 |
| As saídas são 5. As quatro direções de movimento mais a voz “speak” que é um zumbido. | | |
| 19 | CONCLUSÕES | 41 |
| 20 | “Trabalho a fazer” | 42 |
| 21 | Créditos e Comportamentos | 42 |
| 22 | Demonstração Empírica | 45 |
| 23 | BIBLIOGRAFIA | 50 |

1 “ABSTRATO”

Não gostaríamos, todos nós, de ter um robot que nos fizesse companhia, conversasse, ajudasse nas tarefas, jogasse connosco, etc.?! E não gostaríamos de o poder educar à nossa maneira, como se de um filho se tratasse, adquirindo a nossa educação? Melhor ainda, não seria ótimo se o pudéssemos partilhar com os outros na educação que lhe damos? De maneira a pudermos trocar capacidades “robóticas”? Como por exemplo: adquirir um ficheiro dum outro robot para instalar no nosso e este ficar com a capacidade de lavar a loiça?! Ou melhor ainda: prestar ajuda mecânica, ao carro empanado?!

Pois, “animem-se” ... estamos mais perto do que pensávamos.

Para isso acontecer, o robot necessita de estar “vivo” ou imitar a vida se preferirem, sem entrar em debates sobre o que é um ser vivo ou um ser inanimado. Precisa-se, por isso, de um “corpo” mecânico e de um “cérebro” elétrico para dar vida ao corpo. O cérebro, vai ser uma simulação do cérebro humano, já que é neste que cada um de nós pode fazer introspeções e tirar conclusões. Adaptámos isso às limitações do corpo do robot e aos seus movimentos ainda que limitados, sensores, barulhos e outras capacidades ainda reduzidas.

Apresentamos-lhe, aqui, a arquitetura de um sistema, em tempo real, do cérebro de um robot, com sensores propriocetivos (sensação do próprio corpo). Apresentamos um programa com princípios implementados, deduzidos através do que já se conhece. Programa esse que serve, com a arquitetura deste sistema Liberu, como cérebro e um robô como corpo. Foi implementado em 12 classes escritas em Java e a funcionar com o robot da Lego NXT MindStorm, ou com um robot de tecnologia Arduino e ocupa cerca de uns reduzidos 100KB.

2 Ideias Contemporâneas

Estávamos num mundo em que os animais e o Homem se encontravam em estatutos desumanamente diferentes. Mesmo entre os seres humanos se considerava existirem múltiplas capacidades e poderes inatos. Muitos super-heróis foram imaginados para nos libertar temporariamente das nossas indesejáveis limitações. Queríamos ardentemente convencer-nos de que uma pessoa teria um destino e um objetivo para a sua vida.

Mas como saber quem merecia ser recompensado pelas suas capacidades e poderes especiais que nos permitiam ser mais ou menos importantes num destino e desígnio de algo ou alguém todo poderoso. Uns chamavam-lhe Deus, outros Buda, Alá, entre muitos outros súbditos e mensageiros dessas entidades conhecedoras e cientes da nossa missão no planeta Terra.

Seria impensável existirmos só por existir, sem algo que nos fizesse justiça a praticar o Bem, a ser honesto, amigo ou mesmo altruísta, sem uma recompensa numa vida-pós-morte. Quer fosse fugir do inferno a caminho do paraíso, quer fosse todo o tipo de prazeres pós vida.

Assim o Homem, e dentro desta espécie da natureza, alguns mais ou menos elitistas do que outros, merecia ser considerado só “per si”, mais capaz. Quer tenham tido ascendências de poder, riqueza, inteligência, artística ou outros dotes de poderes genéticos que os destacasse.

Tínhamos então todo o tipo de referências e marcas, nomes e testes, obras e sortes que nos distinguiam. Uns eram doutores, outros tinham um apelido de uma nobre família, ou gestores de uma grande empresa, um alto valor num teste de inteligência ou beleza, descoberto ou realizado algo notável, ou mesmo ter estado no sítio certo com a informação correta. Ou mesmo um pouco de tudo ou ficticiamente de tudo.

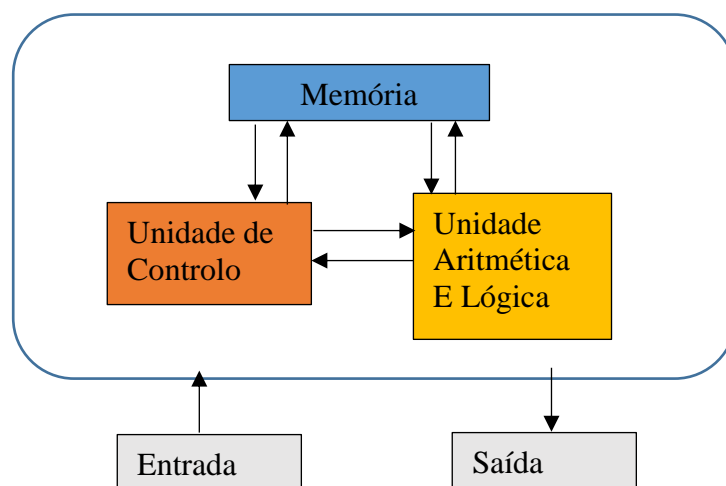
Classificávamos o indivíduo pelo que teria sido à nascença pelas conclusões e factos que o mesmo tinha alcançado na altura em que era observado ou avaliado. Se fosse alguém importante era porque já tinha essas predisposições ou poderes consigo. Logo ou mesmo antes de dar entrada neste mundo.

Se a avaliação era negativa tratava-se sem dúvida de alguém possuidor de alguma deformidade inata e, portanto, não merecedora de atenção e muito menos de compaixão. Seria suficiente o nosso sentimento de pena e faze-lo querer que nada havia a fazer se não ele próprio aceitar os desígnios da vida. Mesmo se fosse só uma fase descendente. Só poderia ter sido provocada por ele, pois já nasceu para esse tipo de sofrimento. Como que sendo predestinado pelos seus contemporâneos.

Nada mais errado. O destino ninguém o conhece e nós temos a capacidade de introspeção e de avaliação para tentarmos dar o nosso melhor em todas as circunstâncias... mesmo que esse melhor não agrade a gregos e a troianos ao mesmo tempo. Os objetivos vamo-los tendo ao longo da vida e cada um tem os seus. É claro que vivemos em sociedade e como tal, há uma Lei que nos permite não exagerar nas nossas liberdades como indivíduos que somos, todos nós seres vivos. E alteramos o nosso comportamento consoante o ambiente que nos rodeia (software), consoante o nosso corpo (hardware) e consoante foi o nosso passado como ser vivo (firmware) e que somos capazes de recordar.

Somente estes 3 fatores influenciam o nosso comportamento, sem nenhuma alma ou entidade endógena a decidir o que o nosso cérebro deve ou não fazer, ele simplesmente faz. Assim sendo, o livre arbítrio não faz parte desta realidade.

Os computadores atuais são constituídos por:



Uma Memória onde é guardada a informação em forma de bits (0 ou 1). Uma Unidade Aritmética e Lógica onde são efetuados os cálculos aritméticos como a soma, subtração, multiplicação, divisão e as operações lógicas como saber se determinado valor é igual ou superior a outro. Uma Unidade de Controlo inerente ao sistema, pois é aqui que existe o relógio do sistema e de período em período o sistema avança. E como é lógico um dispositivo de entrada, como o teclado e rato e um dispositivo de saída como um monitor.

Temos então um sistema genérico para manipular informação à vontade, fazendo executar programas armazenados, também em memória e interpretados pela unidade de controlo.

Ora este sistema em comparação com o cérebro, só tem a memória. Pois o nosso cérebro não tem uma unidade aritmética e lógica no interior. Não faz cálculos como essa unidade. Faz cálculos por associações de ideias e através duma tabuada decorada. E a unidade de controlo faz parte do sistema. Assim só resta a memória em comum com o cérebro.

3 Motivação

Pois bem, todos nós, pessoas ou animais e mesmo plantas temos algo transcendente a nós próprios... isso é a vida.

O facto de nós estarmos vivos já é algo grandioso. É o que faz de nós especiais. O facto de sermos todos diferentes torna-nos únicos. O que faz de nós humanos especiais é o facto de termos o polegar destacado que nos permite agarrar coisas como o nosso “primo” macaco; o facto de termos cordas vocais que nos permitem ter uma linguagem completa de comunicação e por último, mas não menos importante, o facto de transmitirmos elevada informação de geração em geração, traduzindo-se assim numa enorme cultura e o poder de cada um de nós ter acesso a uma vasta aprendizagem que nos permite, não só não começar do zero em termos de conhecimentos de toda a humanidade, mas também de podermos acrescentar algo a essa cultura. A escrita permitiu-nos elevar o nosso culto e deverá fazer de nós umas pessoas melhores para com todos os outros. Sejam eles seres humanos ou animais, plantas e todo o planeta em geral, visto só termos um planeta.

O que me motivou a escrever este livro foi que depois de provar que os seres vivos não têm livre arbítrio, estão como que à deriva entre o ambiente, o seu corpo e o seu passado e não têm livre escolha de fazerem o que querem sobre o ambiente e o seu corpo somente. Essa escolha é determinada também pelo passado do ser vivo com cérebro. Nem os seres vivos têm por assim dizer um objetivo na vida. Todos os objetivos com que os seres vivos se deparam passam por, em última análise, pela satisfação do próprio corpo. Apesar disso são responsáveis pelos seus atos. Porque a cultura atual impõe limites à atuação dos seres vivos. É uma maneira de lutarmos por melhores condições de vida e de se propagar o que nos faz bem ou seja o que nos faz sentir bem naturalmente. E o que é bom para uns pode afetar outros negativamente. Deve-se, portanto, à necessidade de existirem regras em formato de Lei, a que nos devemos adaptar e respeitar pois são feitas com o intuito do bem comum.

4 “Estado da Arte”

Comecemos pelo que já sabemos. E o que sabemos sobre o cérebro humano?! Sabemos que tem muitos neurónios e que se comunicam entre si através das dendrites (sinais de entrada do neurónio com as suas sinapses onde são trocados neurotransmissores dos quais se distinguem perto de 60) e os axónios (sinais de saída). Há neurónios dedicados às entradas de informação (audição, por exemplo), outros dedicados à saída de informação ou de ação no corpo (músculos, por exemplo). Eis uma tabela de animais com o seu correspondente número de neurónios:

Nome (Neurónios no cérebro/todo o sistema nervoso)

Formiga (10.000 Varia por espécie,



Na realidade:10.000-100.000)

Caenorhabditis elegans (302 Adulto)



Gato (300.000.000 córtex cerebral)



Barata (1.000.000)



Chimpanzé (6.200.000.000)

Córtex cerebral)



Cão (160.000.000 córtex cerebral)



Elefante (200.000.000.000)



Sapo (16.000.000)



Mosca da fruta (100.000)



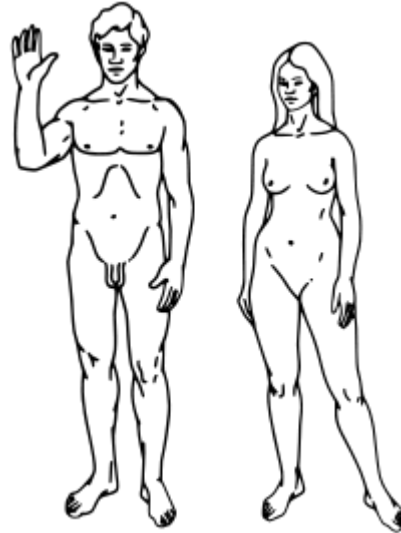
Abelhas (850.000)



Sistemas Livres – Paulo Roque Silva

Humano (100.000.000.000 total

11.000.000.000 (córtex cerebral)



[8]

para um adulto médio



Rato (4.000.000 córtex cerebral)



Polvo (300.000.000)



Caracol (11.000) Comum



Ratazana (15.000.000 córtex cerebral)



Sea Slug (7.000 Espanhola)



Espanja (0)



Trichoplax (0)



Baleia (200.000.000.000)



Peixe Zebra (embrião 10.000)

Sabemos também que o cérebro tem vontade própria (e não disse que tinha livre arbítrio, já que não acredito nesta última capacidade do cérebro, pois requer uma “alma”). O cérebro evita as situações de “dor” e procura “fontes de energia”, excluindo outras coisas que sabemos que o cérebro faz, mas que não nos interessa neste caso por se tratar de um robot, como por exemplo: a procura de parceiro para acasalamento, comer/beber, respirar...

E sabemos também que o cérebro tem tendência para aprender com os erros do passado.

Além das duas capacidades mais evidentes que o cérebro faz e que são: fazer mexer o corpo e “sentir” o ambiente.

Para que as necessidades do corpo sejam alcançadas, é necessário aplicar princípios de “senso comum” básicos, tais como: lembrar-se (se possível) do caminho de volta à fonte de energia. Que, os movimentos são dados em função do tempo. Que este não anda para trás, só para a frente. O senso de termos tendência a encontrar as coisas de que nos lembramos.

Por fim, e para o que nos interessa, o cérebro humano tem emoções que nos permitem detetar estados específicos do corpo, em nós e nos outros. Estados internos de consistência ou inconsistência, que nos permitem, assim, comunicar melhor, uns com os outros, pois reconhecemos melhor o valor favorável ou de dor dado pelos outros devido às nossas ações e expressões emocionais.

4.1 Suposições

Uma suposição é que os “sentidos” são informações do mundo dadas ao robot através de sensores elétricos específicos para cada “sentido”. Cada sensor envia uma estrutura de dados (<Signal> em Java) como a “identificação” do sensor, um numero inteiro; uma “intensidade” - valor numérico - consoante o valor da intensidade do sinal e um “prazer (dor)” - valor numérico - de satisfação (ou não) para o robot consoante o que está estipulado para esse sentido. O Prazer varia consoante a variação da intensidade entre dois pontos sentidos no

tempo. Por exemplo, se se aproximar da luz, sente prazer, se se afastar, sente desgosto. Ou então, sente dor quando choca com algo.

O sentido de distância aos objetos em frente, por exemplo, tem uma “identificação”, uma “intensidade” em valor igual à distância em centímetros e um “prazer positivo”, se a distância se aproximou do robô ou diminuiu, ou um “prazer negativo” (desprazer, tristeza), se a distância se afastou do robô ou aumentou. Além disso, o robô “sente dor” se a distância for inferior uma determinada proximidade, por exemplo 30 cm. Choque eminente?!

Outra suposição, é de que o cérebro não tem poderes para associar 2 eventos reais (duas palavras, por exemplo) em segundos, e lembrar-se para sempre através das conexões que se estabeleceram entre as células nervosas, no mesmo espaço de tempo. Assim, cada pedaço de informação será colocado num novo neurónio (nas dendrites<Signal> do neurónio) com sinais do tipo descrito nos parágrafos anteriores.

Por fim, a fé que houve, é a de que o cérebro contribui por inteiro, para satisfazer o corpo, como um todo.

5 Ideia

Tudo começou por volta dos meus 17 anos, ano 1980, quando estava na moda colocar as primeiras calculadoras programáveis a jogar uma contra outra, para ver quem tinha feito o melhor programa. O programa que vencesse o jogo ganhava o desafio. E foi um primo meu que me lançou esse desafio. O jogo era o “4 em linha” e com esse jogo fiquei com a questão de fazer um programa que não só desse para jogar o “4 em linha” como qualquer outro jogo.

Ou seja, como é que nós pensámos... a partir daí, em 2004, descobri, vá lá, as “rodas do carro”, a ideia de que era possível um cérebro com difusão da informação. Em 2008 descobri o “motor do carro”, a dinâmica do cérebro. E o “tablier do carro”, as emoções. Em 2015 o “volante do carro”, a escolha do caminho a seguir. E o carro ficou completo. A “carroçaria” será o robô com um corpo.

Em Janeiro de 2018, terminei a execução do programa Liberu, da minha empresa Vita Liberu, Unipessoal (vitaliberu.pt). Neste site estão as fontes do

programa Liberu que é feito em linguagem de programação Java e é constituído por 13 classes, 8 executáveis: Liberu (classe mãe); Interface; Mind; Remember; Emotions; Sleep; Cerebellum; Act. E 5 classes descritíveis: Brain; Cortex; Neuron; Signal, World. O programa Liberu que significa Livre em Latim, começou a ser escrito em 2004 e pretende ser uma simulação do cérebro com córtex de qualquer animal que o possua, incluindo o ser humano.

A classe Liberu é onde arranca o programa. Onde é feita a ligação com o utilizador através da classe Interface. Na classe Liberu também se arranca com a classe Mind que é a maestra da dinâmica do cérebro. Esta classe, a Mind, recebe do exterior do robô todos os sentidos, incluindo o sentido de si próprio (proprioceptivo) e chama a classe Remember com 10.000 cópias, para procurar uma memória semelhante com as entradas dos sentidos. A classe Mind chama depois a classe Emotions que recebe da classe Remember o recordado. É também na classe Emotions que são detetadas e expressadas as emoções. Depois a classe Mind chama a classe Sleep com 10.000 cópias, onde o tempo é percorrido para trás e para a frente a velocidades rápidas, à procura de um caminho mais apazível entre os momentos recordados.

A seguir o Mind chama a classe Cerebellum que envia para a classe Act os sinais do sentido proprioceptivo correspondente ao momento passado vindo do Remember ou vindo do Sleep e negativos se o sinal de Dor foi detetado. A classe Act por sua vez inverte a ação se o sinal for negativo, “de dor” ou executa a ação correspondente aos mesmos sinais proprioceptivos guardados no Cerebellum do robô.

As classes Brain, Cortex, Neuron e Signal e World, são classes não executáveis e, por conseguinte, servem para definir tanto os sinais envolvidos, como definir um neurónio, assim como definir um córtex que pode ser salvaguardado num ficheiro de 6 MB e também para definir um cérebro (Brain) com a sua arquitetura e aonde é definido o número de passos que no nosso caso foi de 10.000 passos. Resultando em 80.005 neurónios e 5h 33 min de janela de vida com cerca de 2 segundos por ciclo ou passo. Multiplicando o número de passos 10.000 pelo tempo de ciclo 2 segundos obtemos o tempo de vida que o robô se recorda, ou seja, cerca de 5 horas e meia. A classe World, serve para

representar um mundo virtual no ecrã do PC para questões de simulação. Pois o programa Liberu, pode comutar entre robôs e simulação.

Os 10.000 passos ou neurónios por sentido são definidos na constante Neurons da classe Brain e é a única que pode ser alterada para cada robô definindo assim, com o tempo de ciclo das ações do robô, o tempo de passado possível de ser armazenado. Já que em cada ciclo o robô regista, no seu passado, um momento sentido pelos seus sensores.

Para um ser humano, se possuidor de 15.137.280.000 neurónios no córtex. A dividir por 6 (5 sentidos mais 1 do proprioceptivo) temos, conjuntamente com um tempo de ciclo, ou de registo, de cerca de 1/5 de segundo que já é muito bom (é o tempo de reação a um imprevisto), um possível tempo para armazenar um passado de precisamente 16 anos. Sensivelmente o mesmo tempo de duração de cada regeneração do corpo humano, que dizem ser de 15 em 15 anos. Ora a esperança média de vida anda pelos 80 anos, logo significa que temos uma janela de memória passada dos últimos 16 anos. Não significando, porém, que não nos recordemos de coisas mais antigas, nas situações em que esses eventos vão sendo lembrados para o presente.

Para uma ideia nascer deve sujeitar-se aos seguintes passos:

- Passar pela religião; uma pessoa tem fé em algo, pode ser algo que lhe facilite trabalho, algo necessário existir, um objeto, um ídolo, etc.
- Passar pela filosofia; estruturar ideias a ver se é possível e realista.
- Passar pela ciência; formular as ideias.
- Passar pela engenharia; concretizar as ideias.
- Passar pela técnica; afinar as ideias.

- E por fim, vem o utilizador final, da ideia base de alguém que começou por ter fé.

Assim eu comecei por pensar e ter fé que os numerosos neurónios do cérebro estavam todos a trabalhar para o mesmo objetivo: o próprio corpo. Como que, “todos por um e um por todos” como nos mosqueteiros.

Portanto questões de segurança e privilégios de informações que existem no mundo dos computadores, não se colocavam no caso do cérebro. Todos os neurónios tinham acesso a tudo e cada um especialista numa coisa e uma coisa só. Como “cada macaco no seu galho”.

Foi assim que em 2004 comecei a fazer contas ao número de neurónios que tínhamos no cérebro, 100 mil milhões, a ver se dava para memorizar o meio ambiente através dos sentidos. Se, a esse número, dividirmos pela esperança média de vida de 80 anos, temos 39 neurónios por segundo. Ora era possível armazenar 39 coisas num segundo. Em que cada neurónio guarda nas suas dendrites ou entradas do neurónio os sinais respeitantes a cada momento sentido pelos neurónios de cada sentido humano, como a visão, audição, tato, paladar, olfato e o sentido proprioceptivo. Sendo estes 6 e partindo do princípio que se regista um passado de momentos sentidos à razão de 1/5 neurónio por segundo por sentido, dando tempo de o corpo agir na parte muscular. Não necessitamos de gravar as 25 imagens por segundo que os olhos distinguem pois não têm influência a nível de decisão muscular que se faz ao ritmo do corpo. Pois este precisa de mais tempo para se mover.

O princípio de Dale da neurociência diz que “um único neurónio pode conter diferentes neurotransmissores, mas libertam os mesmos neurotransmissores em todas as sinapses.” (William A. MacKay). Isto sugere a possibilidade de cada neurónio ter uma identidade única distinta de todos os outros neurónios permitindo-nos que cada neurónio guarde nas suas dendrites os sinais de entrada e sinalizando à saída através da sua única identidade. Ou seja, cada neurónio só é responsável pela sua identidade. Pode ser um número natural único por exemplo. Um objeto real tem como representação no neocórtex um conjunto de neurónios constituindo a memória do passado vivido.

6 Neurónio

O neurónio serve para medir semelhanças entre o sinal registado, quando esse neurónio captou os sinais reais oriundos de neurónios sensitivos, e os sinais reais presentes nos neurónios sensitivos. Ou seja, o neurónio sinaliza tanto mais quanto a semelhança entre o momento passado, próprio desse neurónio para sempre, e o momento presente. Assim para cada dendrite i que regista um sinal, do conjunto de sinais, que definem um sentido (visão, audição, etc) temos 2 entidades. Uma o “recPower” que regista o momento em que o neurónio começou a fazer parte do passado, com um registo presente na altura passada. E outra entidade, o “actPower” que contém o mesmo sinal mas no momento presente. A diferença, em valor absoluto ($\text{Math.abs}()$), entre o valor dos dois sinais em amplitude, no momento da procura por semelhanças entre o presente e passado, é tanto maior quanto a não semelhança, e é dado pelo valor x . X é a distância à igualdade entre os sinais presente e passado. Se $X=0$ os sinais são idênticos.

$$x = \text{Math.abs}(\text{getPerception}(i).\text{recPower} - \text{getPerception}(i).\text{actPower})$$

Para termos um valor, proporcional à semelhança entre os sinais gravados e reais, temos de inverter o sinal ou seja, negando o sinal que depois de racionalizado à escala de 100 por cento, temos o valor “activeCredit” que é proporcional à semelhança. A igualdade vale 100%. Ou seja $\text{activeCredit} = 100$. O “Brain.MaxInSense” é uma constante que representa o valor máximo, em amplitude, do sinal de entrada, em todos os sentidos, de valor igual a 255, no nosso caso.

$$\text{activeCredit} += (\text{Brain.MaxInSense} - x) * 100 / \text{Brain.MaxInSense}$$

Se definirmos um limiar de disparo em percentagem de “não disparo” temos: se a semelhança for acima dos 95%, por exemplo, que é o “threshold” ou limiar pré-definido para cada sentido, então o neurónio dispara se tiver um

activeCredit superior ao threshold, informando que disparou, sinalizando com a sua identificação ou número único.

```
if (activeCredit >= threshold) fire = true;
```

```
return activeCredit
```

Aqui, nesta função que testa se o neurónio do passado, dispara ou não, é retornado o valor de semelhança (return activeCredit). Que conjuntamente com os valores de todos os 6 sentidos, para cada momento no passado, é atribuído um valor de semelhança para qualquer momento em geral, executado na classe Remember. Esta classe encontra o momento mais aproximado do presente e de melhor semelhança com a realidade e envia para a classe Emotions que por sua vez, esse momento, pode ser chamado a entrar na classe Cerebellum para passar à classe Act. Este momento detetado só será executado na classe Act se na classe Sleep não fôr encontrado um momento melhor para ser executado.

A ciência de computação diz-nos que qualquer algoritmo pode ser executado pela máquina universal de Alan Turing e que essa mesma máquina poderia ser feita inteiramente de portas lógicas NANDs pois com estas podemos fazer os ANDs, ORs e NOTs. Pois bem o que o neurónio faz é um NAND (NOT (A AND B)) convertido em NOT A OR NOT B. já que no nosso neurónio temos o inverso das entradas x (NOT - que já por si já são uma diferença ou uma distância) e o activeCredit += é incrementado (OR) com todos os valores de activeCredit das dendrites i dos vários sentidos.

Como um sistema autónomo, o neurónio da memória vivida contém uma terceira entidade que é o “prazer” . Esse “prazer”, é dado ao neurónio aquando este regista o presente, tornando-se passado. O valor do “prazer” é determinado pela diferença sentida em amplitude, de um sentido “visual”, “auditivo”, etc, do robô. Este valor pode ser positivo / prazer ou negativo / desconforto. Por exemplo, olhar para algo brilhante, dá-nos um certo prazer, ao contrário da escuridão.

7 Introdução aos sistemas

Tudo no universo, pode ser considerado como um sistema em termos de funcionamento. Pode-se escolher um conjunto de componentes e considerá-los isolados do resto do universo, desde que os nossos objetivos não sejam perturbados, pelo que esses componentes possam interagir com o exterior. Temos então um sistema que pode ser estudado tanto teoricamente como na prática. Entre os componentes do sistema pode haver uma interação, assim como em cada componente pode haver uma alteração do seu estado interno. Numa análise abstrata do sistema, podemos através de referenciais ou de tabelas de associações, quantificar ou qualificar o estado de um componente ou a interação entre dois componentes. Qualquer evento ou característica de algo que faça parte, matéria ou energia, de um sistema pode ser analisado pela chamada informação estabelecida pela resultante dessas quantificações ou qualificações. Essa informação pode então ser recebida ou enviada entre um componente e outro. Pode também ser criada, alterada ou destruída num componente. Para isso é necessário que a informação esteja de certa forma codificada, segundo uma determinada tabela de codificação ou de um referencial.

A informação que origina de um referencial como um ponto, um eixo, uma distância padrão, um tempo padrão, um estado de congelamento e de ebulição, etc., é uma informação quantitativa e pode ser representada por um número real, logo sendo uma entidade contínua.

Uma informação que tenha origem numa tabela de associações entre um código e uma representação real é uma informação qualitativa e pode ser representada por um número inteiro, sendo de natureza discreta.

Qualquer sistema pode ser constituído por três tipos de componentes: por matéria, objetos, algo palpável, o “hardware”; por energia, eventos, ações, instruções, algo imaterial, o “software”; e por ferramentas, a vida, o “firmware”. A qualquer desses três componentes pode-se aplicar a informação tanto quantitativa como qualitativa. Por exemplo: para um bolo aparecer feito são necessários 3 componentes:

- Hardware: os ingredientes, materiais sólidos, líquidos, gasosos para o bolo ser feito.

- Software: a receita do bolo, aprendizagem.
- Firmware: os utensílios a usar incluindo o cozinheiro.

Outro exemplo, uma porção de água a ser aquecida, resulta numa transferência de energia entre a chama e a água. Quantidade essa que é representada por um número real e é algo imaterial. Por outro lado, a água vai aquecendo, resultando numa alteração do seu estado interno com uma subida de temperatura. Sendo, portanto, uma característica de um material e uma representação contínua. Quando a água entra em ebulição podemos caracterizar esse estado de uma maneira qualitativa, em oposição ao estado líquido.

7.1 *Sistemas com mensagens*

Em todos os casos podemos nos abstrair da realidade e trabalhar com a informação resultante dessa realidade ou desse sistema. Deste ponto de vista, podemos criar o conceito de mensagem que não é mais do que um pedaço de informação que transita entre o emissor e o recetor. Essa mensagem destina-se a alterar, ou não, o estado do recetor ou/e do emissor. Essa alteração é tanto maior quanto a novidade contida na mensagem.

Outro conceito no mundo das mensagens é a distinção entre vários possíveis recetores ou destinatários de uma mensagem. Para isso, podemos distingui-los por uma classificação qualitativa, quer com nomes, ou com números. Atribuímos-lhes assim um endereço.

Por fim temos o caminho a tomar por essa mensagem para alcançar o destinatário. Esse caminho pode ser do conhecimento do emissor ou do sistema em si, que direciona a mensagem para o destinatário devido a um conhecimento prévio, ao longo do trajeto, de onde ele se encontra. A esse conhecimento dá-se o nome de encaminhamento.

7.1.1 Com endereço e encaminhamento

Entre os vários sistemas que incorporam mensagens podemos começar por analisar um muito usado e em que se baseia o telefone, os correios, e a internet.

Neste sistema, o emissor tem de saber com quem é que quer comunicar quer por saber o número de telefone do destinatário, quer por saber a morada do destinatário, quer por saber o endereço de internet (URL) do computador e página do destinatário. No caso da internet, ao acedermos a um “link” o endereço do destinatário foi lá incorporado pela pessoa que desenvolveu a página. Para todos os efeitos o emissor sabe o endereço do destinatário, assim como podemos consultar um número de telefone que nos é dado pela lista telefónica. No caso dos e-mails temos de saber o endereço do destinatário.

Introduzindo o endereço no sistema, quer por discando o número no telefone, quer introduzindo a carta na caixa de correio, quer por clicando no “link” numa página de Web ou dando o comando Enviar no correio eletrónico, o sistema toma conhecimento do destinatário e tem de saber o caminho a dar à mensagem pelo processo de encaminhamento. O caso de um telefonema, as centrais telefónicas descodificam o número e estabelecem uma ligação entre o emissor e o destinatário. No caso dos correios, os carteiros orientam a carta, consoante o endereço, para a morada nela escrita. No caso da internet, os computadores da rede orientam para outros computadores de rede, consoante o “link” ou endereço de e-mail, até que esse pedido chegue ao destino.

Ou seja, nestes sistemas temos que saber, nós emissores, com antecedência o endereço do destinatário e o sistema por si deve saber encaminhar a mensagem para esse mesmo destinatário, baseando-se nesse endereço.

7.1.2 Com endereço, sem encaminhamento

Noutros sistemas como por exemplo o usado nas redes locais de computadores, ou numa chamada de alunos, temos algo diferente.

Neste caso o emissor necessita de saber a quem se quer dirigir e chamar, por assim dizer, pelo destinatário. No caso das redes locais de computadores, o que quer estabelecer a comunicação lança para a linha, comum a todos, o endereço do destinatário. No caso duma chamada pelo professor para identificar as presenças dos alunos, temos que o professor chama pelo nome do aluno perante toda a turma.

Posteriormente o computador destino ou aluno chamado identifica-se com o seu endereço ou nome, respetivamente, e respondem em conformidade. Posto isto verifica-se que, o sistema em si não necessita de saber aonde é que se encontra o destinatário e, por conseguinte, não precisa de um encaminhamento das mensagens, uma vez que esta chega a todos os elementos possíveis destinatários. Os elementos que não se identificam com o endereço ou nome de chamada, pura e simplesmente ignoram o emissor, nessa chamada.

7.1.3 Sem endereço nem encaminhamento

Por fim temos um tipo de sistema também muito conhecido, que se pode encontrar nos meios de comunicação, quer sejam os jornais, as revistas, livros, o rádio ou a televisão.

Aqui temos uma difusão da mensagem para todos os destinatários pertencentes ao sistema. Assim o emissor espalha a mesma mensagem por todos os que compram o jornal, a revista, livro, que sintonizam o posto da rádio ou o canal de televisão. Todos esses destinatários que se ligam ao sistema difusor recebem a mesma mensagem. Logo o emissor não se dirige a ninguém em particular, não precisando, portanto, de conhecer o endereço ou nome do destinatário.

Por seu lado o sistema, uma vez que todos recebem a mensagem, não necessita de saber encaminhar a mensagem para um específico destino, pois nem sequer temos o conceito de destinatário. Ou por outra, todos são destinatários, mas nenhum se distingue dos outros.

7.2 Sistemas com controlo

Em todos os sistemas que se alteram com o tempo podemos considerar que sendo essas alterações provocadas por um ou vários elementos desse sistema, temos o conceito de controlo, que representa a ação de um elemento que provoca a alteração noutro elemento. Podemos dizer que o primeiro elemento controlou o segundo, pois alterou, de forma involuntária ou não, para o segundo, o seu comportamento.

7.2.1 Controlo centralizado

A maior parte dos sistemas criados pelo Homem, incorporam uma unidade de controlo de certa forma centralizada, cujo objetivo é conduzir o sistema de determinada forma, face à vontade humana.

Um exemplo mais simples, poderá ser um aquecimento em que nós definimos a temperatura através de um botão rotativo. O aquecimento tem um dispositivo que deteta a temperatura ambiente e se esta está abaixo do definido por nós o aquecimento trabalha. Caso a temperatura esteja acima do que foi previamente definido, o aquecimento desliga-se.

Um caso dum sistema mais complexo de controlo é o computador. Aqui temos uma unidade de controlo que controla todo o computador mediante a vontade humana. Nós introduzimos os comandos na memória do computador e ordenamos a este que os execute. Quando isso acontece, essas ordens que se encontram na memória são entregues à unidade de controlo que realiza assim, na prática, essas ordens. Como podemos colocar em memória variadíssimas sequências de ordens, que podem ser alteradas pelo utilizador, faz com que o computador seja, por excelência, o sistema controlado mais versátil.

Pelo meio, temos por exemplo os carros que são controlados através do volante, pedais, mudanças e botões, numa zona de controlo centralizada, ou seja, o lugar do condutor.

Em qualquer dos casos podemos visualizar estes sistemas como sendo compostos por várias camadas de comando, umas em cima das outras. Temos por exemplo e de uma forma sintetizada, no computador, a unidade de controlo.

Esta fornece sinais elétricos aos fios que executam na prática as ordens vindas de uma camada superior que é o microcódigo. Esse microcódigo define os diversos comandos que são possíveis executar pelo microprocessador. Este por sua vez recebe ordens vindas de uma camada superior que é a memória, em forma de comandos. Esses comandos fazem parte do sistema operativo do computador, que por sua vez delega aos chamados programas executáveis que são introduzidos pelo utilizador e que são para todos os efeitos, também comandos perceptíveis pelo microprocessador. Por fim, temos a última camada que é o utilizador do computador que vai dando ordens, através do teclado ou rato, de maneira a executar os comandos que se encontram na memória.

Ou seja, aonde quero chegar, é que em última análise, a camada superior a todas as outras nestes sistemas é sempre o Homem. Tudo é feito sob a nossa vontade e o nosso controlo. Os sistemas são controlados de uma forma centralizada no Homem.

Podemos então considerar, que os sistemas de mensagens em que o emissor escolhe um destinatário para receber a sua mensagem, propiciam a existência de sistemas com controlo centralizado, quanto mais não seja se considerarmos somente esses dois intervenientes e somente essa mensagem. Em contrapartida, um sistema que não define um destinatário em particular, como os sistemas de difusão sem destinatário específico, não temos um controlo centralizado sobre todos os intervenientes, pois alguns destinatários poderão não ser afetados pela mensagem.

Na natureza se olharmos para os animais, incluindo o ser humano, cada um como um todo, temos como unidade centralizada de controlo, o cérebro. Este controla todo o organismo ou todo o corpo, em última análise.

É claro, também, mesmo em sistemas centralizados podem existir certas partes do sistema que funcionam de maneira autónoma, ou seja que não podem, nem são, controláveis pela considerada unidade central de controlo.

À centralização do controlo chega-se quando a nossa análise termina em detalhe e se estabelecem fronteiras delegando a tomada de decisão a algo externo ao sistema considerado. Definindo a entrada da tomada de decisão externa a esse sistema, como a unidade central de controlo. É, no entanto, um conceito que pode ser muito abstrato e dissolvido em algo descentralizado.

7.2.2 Controlo descentralizado

Se analisarmos toda a cadeia ou sequência de controlo de qualquer sistema chegamos à conclusão que não pode existir uma unidade centralizada de controlo que domine o sistema o tempo todo. Deve existir, isso sim, um controlo descentralizado em que diversos elementos do sistema vão tomando, à vez, as rédeas e o controlo de outras partes do sistema. Temos, portanto, uma interligação de elementos que se vão influenciando uns aos outros, sem nenhum poder ser considerado o controlador de tudo.

A natureza está cheia e repleta de exemplos desses. Os vírus, plantas, animais e seres humanos são todos influenciados em última análise, pelo ambiente em que se encontram e reagem em conformidade, no mesmo ambiente. O cérebro dos animais e dos seres humanos que controla o corpo dos mesmos, não é ele próprio mais do que um sistema de controlo distribuído. O controlo é feito pelos neurónios que o constituem. Não podemos é dizer que há um ou um conjunto de neurónios, que centralizam o controlo de todo o resto do corpo. Podemos dizer então, que os neurónios se revezam, por assim dizer, no controlo do organismo, sendo a responsabilidade desse controlo repartida pelos inúmeros neurónios.

Sendo assim, a vontade própria dos seres vivos só pode ser entendida de uma forma macroscópica. Da mesma maneira que, se estivermos a assistir a um jogo de bilhar, em que se não conseguíssemos ver as tabelas da mesa de bilhar nem as pessoas, ficaríamos a pensar que as bolas têm vontade própria, pois mudam de direção nas tabelas, que não vemos e iniciam movimentos do nada, já que também não vemos as tacadas. No entanto sabemos que isso não é verdade.

Foi feita uma experiência, em que se dizia a uma pessoa, que frente a um relógio decidisse premir um botão e dissesse quando tomou a decisão. Por exemplo decidi carregar no botão aos 10 segundos. O que se verificou é que no cérebro já se tinham formado sinais que antecederiam em um determinado intervalo de tempo, a altura em que o sujeito referiu ter tomado a decisão. Ou seja, a decisão consciente do indivíduo tinha sido precedida por uma influência inconsciente, cuja origem poderá ter sido externa ou interna à pessoa.

Por isso, a vontade própria é algo que só pode ser considerado a nível macroscópico em que a pessoa tem a sensação de que toma as decisões.

8 Sistema de comunicação

8.1 Endereços e Endereçamento

Que tipo de sistema é que precisamos? Como vimos no capítulo anterior, para sintetizar e juntar o estado da arte, o cérebro humano tem células que se comunicam entre si. Logo trata-se de um sistema de comunicação entre elementos básicos semelhantes, formando um todo. Estes sistemas de comunicação podem ser classificados, em termos de endereços, e encaminhamento, da comunicação. Ou seja, temos 4 sistemas de comunicação possíveis: caso o sistema tenha ou não endereços e caso tenha ou não encaminhamento.

Primeiro caso: com endereços e encaminhamento

- São o caso dos telefones, correios, internet e transportes.
- Neste caso o sistema de encaminhamento necessita de tabelas de conversão entre os endereços e as direções de encaminhamento. Como por exemplo, os números de telefone dos nossos contactos. E routers para encaminhar esses números. Por vezes enormes tabelas. Logo este caso de sistema não nos interessa (biologicamente pouco viável).

Segundo caso: sem endereços, mas com encaminhamento

- Este caso é impossível pois só faz sentido ter encaminhamento se existirem endereços para encaminhar.

Terceiro caso: com endereços e sem encaminhamento

- É o caso de um professor a fazer a “chamada de presenças dos alunos”.
- O endereço (nome do aluno chamado pelo professor) chega a todos os alunos. Todos os elementos sistema “ouvem” o professor e só responde o interessado. Ou seja, todos reconhecem o seu nome e quando o ouvem

respondem. Os outros alunos permanecem calados como se não tivessem ouvido nada.

- Neste caso os elementos emissores do endereço, ou seja, o professor, necessita de listas, por vezes enormes, de nomes de alunos e acreditar que o aluno esta a dizer a verdade, pois o professor pode não ter método de confirmação. Não é um sistema que, se quer consistente e, rodeado de incertezas por todos os lados, como no cérebro. O crédito ao aluno é dado pelo professor.

Sobra o quarto caso: sem endereços nem encaminhamentos

- São o caso da televisão, rádio, jornais, livros, distribuição elétrica, distribuição de água, distribuição de gás, radar ou sonar.

- A comunicação não é pessoal, mas sim para todos

- A mensagem não tem endereço, destina-se a todos os elementos que fazem parte do sistema. Quem estiver interessado pela mensagem reage à mesma, os outros ignoram-na.

- Por exemplo a televisão anuncia o número sorteado da Lotaria. O vencedor é um dos mais interessados pela notícia e age em conformidade. Os outros, menos interessados ignoram a notícia.

- Este sistema é o que nos interessa. (Também, não sobra mais nenhuma hipótese).

9 "Procura"

Como é que se pode proceder a uma procura num sistema sem endereços nem endereçamento? Vamos ver uma analogia:

Se formos à procura de um livro sobre "Ferrari" numa biblioteca, como é que fazemos? Procuramos por temas! Mas isso pressupõe que existiu um trabalho prévio, de alguém que organizou os livros por temas, dessa biblioteca. E se esse alguém não existisse? como encontrávamos o livro? Bem, por mais que pense vou sempre chegar à conclusão que tenho de procurar "Ferrari", livro a livro por toda a biblioteca!?

Pois bem..., no entanto, imaginemos que os livros têm "vida" própria. Que reconhecem o seu próprio tema e respondem em conformidade, dando a sua localização. Ou seja, chegávamos à biblioteca e gritávamos pelo tema "Ferrari?" e o livro (ou livros) que têm como tema "Ferrari" reconhecia(m) o nome "Ferrari" e respondia(m) "Estou aqui neste sítio!" os outros calavam-se. A resposta está à "distância" temporal duma pergunta, pois esta destina-se ou é difundida a todos os elementos (ou livros) do sistema (ou biblioteca).

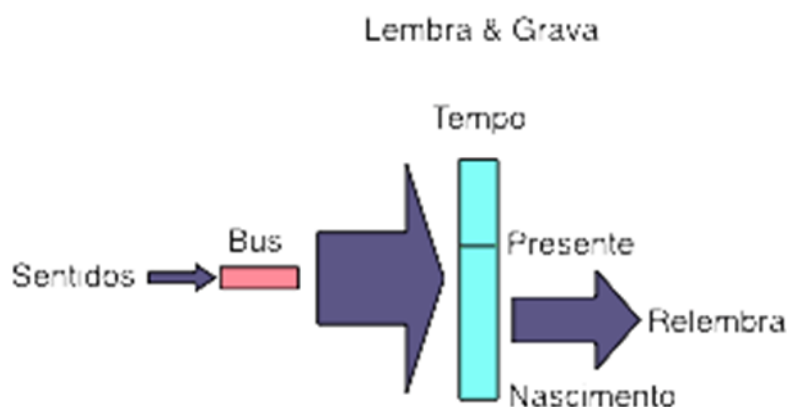


Fig. 1

Na figura 1, vemos a classe de Java de nome Remember em que as perceções entram nos 6 "buses" dos sentidos (os 5 sentidos mais 1 do proprioceptivo) e destes são lidos por todos os neurónios da memória (Tempo)

em paralelo. Disparam (relembra) os neurónios cujo o seu registo passado “recPower” se assemelha à entrada vinda do Sentido, como “actPower”, para o Bus, e deste, para todos os neurónios do Tempo. Tempo esse, de janela temporal, que, é igual a “Neurons” vezes o tempo de ciclo.

Não há propriamente, uma procura assim dita. Há um processamento em paralelo em que cada livro ou neurónio tem um programa (ou uma Thread em Java) que analisa e reconhece o seu tema. De facto, cada pedaço de dados a “procurar” tem esse programa associado que está atento à entrada da biblioteca ou fila de chegada, “bus” da informação (uma ConcurrentLinkedQueue em Java) e compara o que chega com o que tem em memória de um passado vivido. Na nossa implementação usamos 20.000 programas (10.000 para o Remember mais 10.000 para o Sleep) num total de cerca de 80.000 neurónios (as formigas têm entre 10.000 e 100.000 neurónios – logo, daí o nome do projeto do robô ser Formica – formiga em Latim) e o robô tem um ciclo de procura, pensar e agir de um tempo médio de 2 segundos (num processador Intel i7 de 8 núcleos a 3,6 GHz). Não quero com isto dizer, que é mais rápido que as procuras em árvores binárias, ou em outros sistemas de procura já existentes, mas é “biologicamente” falando, mais viável de existir, e independente da quantidade de livros ou neurónios existentes.

É do nosso interesse procurar as memórias semelhantes com o que é percecionado ou sentido como realidade.

10 Aprendizagem

Mas como é que um sistema destes aprende? Para aprender, aprende-se com algo de fora de que se quer aprender, é algo que vem de fora. Para isso vou revelar um velho hábito dos Eletrotécnicos, chama-se o método da “caixa negra” (“black box”):

Quando se tinha em mãos um aparelho elétrico desconhecido (caixa negra), introduzia-se sinais nas entradas e, tentava-se descobrir, pelo que se obtinha nas saídas do aparelho, como é que esse aparelho poderia funcionar. Ora é precisamente o que se vai usar aqui, mas, com um truque: não é o programador que vai descobrir como é que o mundo funciona e representa-lo num robô, mas sim implementar um robô que aprenda a conhecer o mundo e a adaptar-se. Logo, temos de por o cérebro do robô a descobrir como é que o “Mundo”, e corpo do próprio robô funcionam.

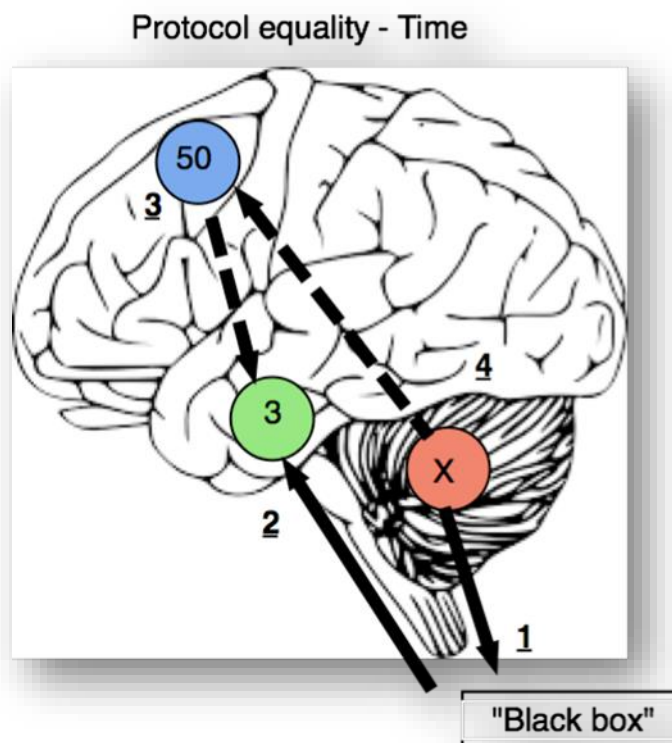


Fig. 2

Na figura 2, o sistema cerebral produz (através das saídas do cérebro - X – irrelevante, a identificação do sinal produzido) ações na “entrada” do aparelho

- mundo real - através do seu corpo. As percepções recebidas pelos sentidos (identificador do sensor igual a 3, por exemplo) representam a “saída” do aparelho - mundo real. A caixa negra neste caso, é o corpo e o ambiente do robô como um todo. Por isso não precisamos de nos preocupar mais em saber como é que o mundo funciona para se poder ter um robô adaptável, nem tão pouco o próprio robô (como sistema cerebral) necessita de saber como é que o corpo funciona. Ou seja, o neurónio de saída vai aprender com o neurónio da entrada, guardando essa informação e sendo o único detentor dessa informação.

Processo de aprendizagem

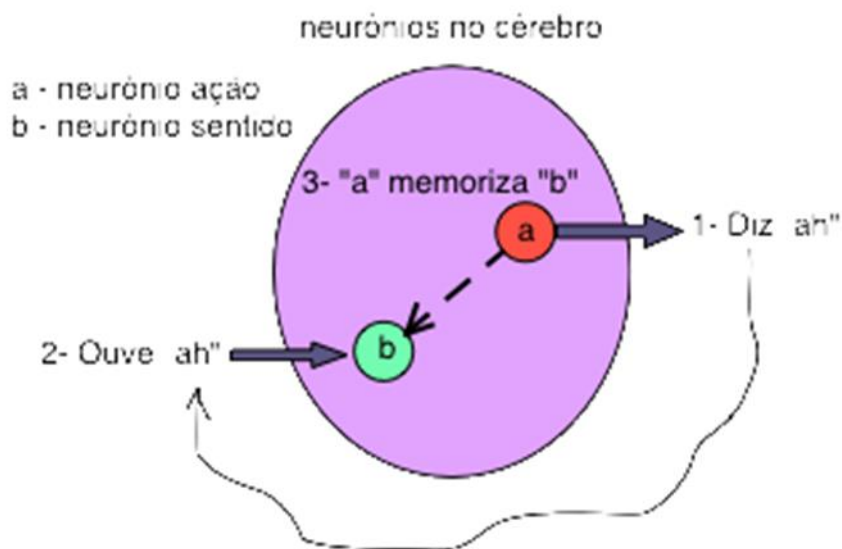


Fig. 3

Por exemplo, como se pode ver pela figura 3, o neurónio de saída (a) dedicado a agir sobre um músculo da fala “dispara”, ou seja, entra em ação e o robô produz o som “ah”. Depois disso, fica constantemente à “escuta” dos registos de entradas. Diz-se que fica em “Standby” (à espera).

De seguida o nó (b) (ou nós) de entrada dedicado(s) à audição de uma determinada frequência deteta o som “ah” e como tal dispara(m) ou seja, coloca(m) no(s) registo(s) de entrada somente 3 informações (classe Signal): o seu número de identificação (b) (em Java inicializou-se cada neurónio - com a sua estrutura de dados e Thread associada - com um número distinto); a intensidade do sinal; e o seu prazer/depressão em relação ao ouvido no ciclo

anterior. Maior intensidade do sinal em relação ao anterior, mais prazer, menor intensidade, maior depressão.

Por fim, o neurónio de saída que estava em standby deteta registo(s) de entrada e guarda (nas suas dendrites - em Java temos um `ArrayList<Signal>`) a informação dada pelo neurónio de entrada, obtendo-se um padrão específico de neurónios de entrada para o som “ah”. Passado isso, o neurónio de saída fica “sensível” à identificação(ões) do(s) neurónio(s) de entrada. Quando o neurónio de saída deteta outro padrão igual (ou semelhante dentro duma margem pré-definida para cada sensor) produzido pelo som vindo de outro lado que não o próprio, sinaliza um disparo e o som “ah” volta a ouvir-se no mundo real (ou não, devido à vontade própria do robô de satisfazer o que lhe dá prazer e evitando a depressão e a dor).

11 Passado

Tudo o que o cérebro faz é mover músculos, em última análise, visível. Pois bem, todos os movimentos são em função do tempo. Não podemos passar do ponto A ao ponto B sem passar por todos os pontos intermédios, entre um caminho possível, entre A e B.

Os movimentos do robô, logo, são em função do tempo. O tempo prossegue num único sentido, do presente para o futuro.

A única estrutura de dados que mantém o fator tempo (se bem que de uma forma discreta do tempo com uma amostragem o mais rápido que se conseguir, no nosso caso temos uma amostragem sincronizada com o ciclo do robô, ou seja, cerca de 2 segundos) é um formato em linha. Em oposição às estruturas de dados, em forma de árvore com as suas ramificações. Já que as estruturas em árvore perdem o fator tempo. Ou seja, não se fica a saber de imediato se um acontecimento num ramo da árvore aconteceu primeiro ou não, em relação a outro ramo. Por outro lado, se tivermos uma linha temporal isso é fácil de saber. Os dados estão armazenados como que numa pilha de pratos sempre a subir. Cada prato representa 6 neurónios, um por cada sentido, com os seus sinais de entrada guardados, a pilha de pratos significa a linha temporal

sempre a subir para o futuro. Entre dois pratos passam-se 2 segundos. O prato do topo representa o ponto presente. E a percepção dum objeto real, por exemplo, pode estar contida em vários pratos, um para cada pormenor do objeto. O robô vivo implementado com nome de código Liberu (que significa “livre” em latim) pode ter 10.000 pratos ao todo.

Se o cérebro do robô tem 10.000 camadas de neurónios e cada camada ou 6 neurónios é preenchida com percepções a cada 2 segundos, temos uma janela temporal de vida, de cerca de 5 horas e 33 minutos.

Com esta estrutura de dados em linha, cria-se um “passado” do robô como a pilha de dados que vai crescendo (retângulo azul na figura 1). E contém toda a vivência ou experiência do robô. Todos os sinais sensoriais, captados de 2 em 2 segundos, desde o seu nascimento e sempre que esteve ligado e a funcionar.

Por outro lado, um ser humano adulto tem, de altura máxima, 2 metros desde o cérebro até à ponta dos pés, ou seja, 4 metros num caminho de ida e volta. Como um sinal nervoso percorre a uma velocidade máxima de cerca de 100km/h, logo demora 0.144s a percorrer os 4 metros. Ao inverso de 0.144s, temos a frequência máxima do ciclo temporal, ou seja, cerca de 7 neurónios por segundo. De modo a que o sistema de comunicação não se “engasgue” com dados em atraso. No nosso robô temos $1/2=0,5$ neurónios/sentido por segundo, o que não está mal. O elefante e a baleia têm mais neurónios que o ser humano, mas também vivem mais tempo.

Mas nós dissemos que o robô tinha vida teoricamente infinita. Isso deve-se ao facto de quando a pilha completou os 10.000 pratos, voltarmos a gravar no prato do fundo da pilha. Vai-se, assim, ter uma janela temporal máxima de cerca de 5 horas e meia, ou seja, tem-se um passado recente de 5 horas e meia, no máximo. O que não significa, que não nos lembremos de algo mais antigo pois, basta relembrar um ato que este, passa para o presente. E por conseguinte, na janela temporal seguinte.

12 Decisão

Quando queremos saber aonde é que estacionámos o carro, não agimos em termos de probabilidade estatística. Se não começávamos e dirigimo-nos sempre na mesma direção. Em último caso, procuramos em função dos sentidos.

Ora, normalmente lembramo-nos em função do tempo. Em outras palavras, recordamos o mais recente (na implementação a variável `Emotions.Recent`) episódio em que estivemos no carro. Daí lembramo-nos onde estacionámos o carro. É um pensamento automático. É o que o nosso instinto nos diz à primeira.

Mas nem para todos os casos nos interessa lembrar do último episódio em que nos ocorreu algo. Interessa-nos antes, saber se determinado caminho temporal é possível ou não. Isso é feito pelo mesmo mecanismo que é usado para o sono (classe `Sleep`). Aí o tempo anda para trás e para a frente, procurando desde o destino (objectivos: como recordação de melhor prazer; ou ir para fonte de energia) até ao presente estado recordado(s), em que se descobre se existe caminho entre os objetivos e o ponto aonde o robô se encontra. Caso exista esse caminho, é executada a ação que dirija o robô para o caminho da solução.

13 Cerebelo

Da saída para a entrada, pelo exterior, começamos por gerar ações. Essas ações podem ser aleatórias, instintos genéticos (como quando um bebé move os seus braços quase aleatoriamente) ou ações induzidas por algo externo ao sistema (como ajudar o robô a pôr-se de pé). As ações fazem mover o corpo do robô e este por sua vez, interage com o mundo. Os sinais devolvidos, na interação do robô com o mundo, dados pelos sentidos, nomeadamente o sentido propriocetivo, são gravados no passado (Tempo) nas memórias do presente, que vão sempre crescer no tempo.

Por outro lado, o sentido propriocetivo entra no cerebelo (classe `Cerebellum`) e nos nós de saída (classe `Act`) que fazem parte do cerebelo. No

Cerebellum são registados os sinais proprioceptivos por ordem temporal, como no passado. Esses sinais vão ser, mais tarde, enviados para todos os neurónios de saída e que depois de comparados, com o que registaram e se adaptaram, vão reagir.

Ou seja, a adaptação funciona de modo a anular sobreposição de sinais no sentido proprioceptivo. À medida que a mesma ação é executada o neurónio, nas suas dendrites, guarda os sinais proprioceptivos e mantém aqueles que se repetem e ignora os esporádicos (sabendo que o neurónio apesar de tudo, se reconhece a ele próprio). Esses sinais que se mantêm, são associados com a ação executada. Pois cada neurónio atua com uma ação diferente dos outros neurónios.

É como fazem os astrónomos para fotografar uma região do céu de longa exposição. As luzes que permanecem nessa região do céu serão estrelas as outras interferências ocasionais são eliminadas, por computador, da fotografia. Eles, astrónomos, partem do princípio que nesse espaço de tempo em que é tirada a fotografia, não nasce nem morre nenhuma estrela. O que é o mais provável que aconteça.

É na altura do período aleatório que se dá a adaptação dos neurónios de saída, aos sinais proprioceptivos. Deve-se porém garantir que todos os neurónios de saída, e suas ações sejam executadas as vezes necessárias a eliminar sinais esporádicos. Ou seja, que as ações aleatórias sejam disjuntas umas das outras pelo menos uma vez. Podendo mesmo serem executadas várias ações em simultâneo.

Outra aprendizagem, permite uma pessoa levantar o robô pelos braços e o robô, mais tarde, pôr-se de pé sozinho. Pois temos só sinais proprioceptivos e nenhuma ação efetuada. É uma aprendizagem induzida, por um agente externo (pessoa), ao robô.

14 Arquitetura

O sistema cognitivo Liberu e sua arquitetura podem ser vistos na figura 4. Aqui podemos distinguir 5 módulos que correspondem às respetivas classes em Java. Juntamente, com a classe de topo Mind, temos as 6 classes executáveis que constituem a dinâmica do robô. As 2 classes executáveis que faltam, dizem respeito à própria aplicação Liberu: classes Liberu e Interface.

A classe Mind é o maestro das 5 classes da figura. A primeira a ser executada são os 10.000 programas da classe Remember que lêem os sentidos e recordam-se de acontecimentos semelhantes, nomeadamente o mais recente.

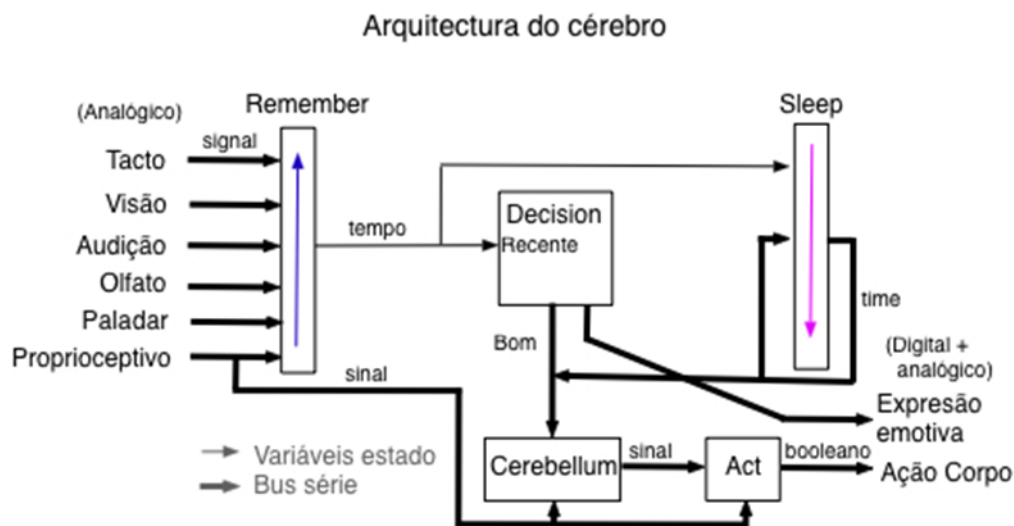


Figure 4. Arquitetura do cérebro do Robot

Esses acontecimentos semelhantes alteram variáveis de estado, próprias de cada neurónio.

A seguir é executado o módulo Emotions (Decision na figura). Segue-se o módulo Sleep, com os seus outros 10.000 programas. No módulo Emotions

(um só programa), são gerados os números aleatórios e expressas as emoções detetadas em vários pontos do ciclo.

No Sleep temos a procura, num ciclo mais acelerado (6 passos), dos caminhos para as metas ou objetivos. Sejam objetivos de longo ou curto prazo.

O cerebellum é executado no fim do Sleep e recebe o resultado instintivo do Emotions ou o mais elaborado resultado do Sleep.

Finalmente o Act representa os neurónios de saída que no nosso caso são 5 (Frente/trás, Motor A/B, e speak ou fala). Ou seja, são 5 programas ou tarefas melhor dizendo a funcionar em simultâneo. Este módulo, recebe sinais proprioceptivos do Cerebellum e expressa ações.

No geral entram sinais analógicos e saem sinais digitas (músculos distintos) com uma componente analógica (intensidade do estímulo).

Esta arquitetura é independente do corpo do robô e é biologicamente viável. Eu, pessoalmente, acredito que todos os animais possuem a mesma arquitetura de cérebro. Sendo que, o que varia, para terem diferentes poderes, é o seu corpo (não os seus órgãos). Mas varia também a cultura do animal (toda a informação que passa de geração em geração) e o seu ambiente.

15 Dor, Prazer, Motivações e Aleatório

15.1. Dor

Sempre que o robô sente um sinal de “Dor” (detetada pelo tato), o robô reflexivamente reage com a ação contrária à última ação efetuada. Temos um ato reflexo. Além disso incorpora no sistema um sinal de prazer negativo, ou seja, de depressão.

15.2. Prazer

O prazer é dado por um botão de energia usado pelo utilizador como que “um bombom” que se dá ao cão. Ou quando o robô tem falta de energia são gerados momentos de prazer, quando lhe é fornecida. Serve para o robô saber que esses momentos de prazer lhe pertencem e vão servir como objetivos a alcançar. No caso de aquisição de energia, para as baterias do robô.

15.3. Motivações

As motivações, tais como para receber energia que falta, é um sinal que entra no sentido proprioceptivo e vai fazer com que o robô se lembre de situações semelhantes, durante a motivação. Com a ajuda do Sleep (sono) coloca-se, também, como objetivos os sítios que o robô conhece como sendo locais de abastecimento elétrico. E se o robô no seu passado encontrou o abastecimento, vai encontra-lo, em princípio, no futuro.

15.4. Aleatório

Ações aleatórias, são geradas no início enquanto o sistema está no útero (“Womb”). Essas ações constituem um início de passado aleatório. Ajudam os neurónios ou nós de saída (classe Act) a eliminarem o ruído.

Servem para um primeiro arranque, como o motor de arranque nos carros.

A ação aleatória deve desaparecer para que o robô não desaprenda um hábito sem querer. No nosso caso, são só os primeiros 30 passos do robô, ou seja, os primeiros 60 segundos de vida do robô. Como só temos 5 ações distintas, não são necessários muitos passos de ações aleatórias, 30 bastam.

16 Dinâmica - Sono

O sistema funciona da seguinte maneira: os sentidos captam perceções em forma de sinais. Esses sinais lembram ao robô, por difusão aos nós do passado, alguns episódios temporais no Remember. Além disso, os mesmos sinais são gravados no presente.

A seguir o módulo Remember envia para o Emotions, o mais recente episódio recordado ou com mais impacto (ou seja, o mais parecido com os acontecimentos reais – nível de confiança). Assim, como se exprime emocionalmente, com as seguintes emoções: novidade; alegria; tristeza; medo; dor; além do estado normal.

O módulo Sleep entra então em ação e procura, dentro do recordado, em sentido contrario e a favor do tempo, a solução. De facto, cada neurónio, do passado recordado, guarda a informação do(s) neurónio(s) temporal(is) que

disparara(m) no ciclo seguinte. Pode-se, portanto, disparar os objetivos na entrada do Sleep, andar para trás (saúde) ou para a frente (ansiedade) no tempo e encontrar o caminho para o momento presente.

Se for encontrado um caminho, a entrada do Cerebellum é substituída pelo novo momento temporal. Esse momento temporal entra no Cerebellum e envia para os neurónios de saída, Act, os sinais proprioceptivos correspondentes ao momento temporal, já que no Cerebellum está uma cópia do passado sensorial proprioceptivo.

O Act, por sua vez, faz equivaler esses sinais a ações reais no corpo do robô, implicando e interagindo com o meio ambiente. Pois durante o período aleatório já fez corresponder os sinais proprioceptivos às ações distintas do robô.

Isto perfaz um passo num ciclo infinito de passos possíveis.

17 Emoções

As emoções são particularidades do sistema, como por exemplo, quando nos lembramos de ter sentido algo novo, e é expressa a emoção de novidade. Essas emoções servem também para o robô distinguir algo bom de algo errado.

As emoções são expressas geneticamente no módulo Emotions e, depois de expressas, retornam sinais proprioceptivos que vão ser gravados no presente do robô. Passando o robô a lembrar-se de eventos emocionais semelhantes, especialmente recorda-se da última ocasião de emoção semelhante.

Pois nós temos tendência para quando simulamos o riso ocorrer-nos recordações de riso.

Neste sistema temos as emoções: alegre/triste; novidade; dor e medo (medo de não encontrar o caminho para as fontes de energia).

O alegre e triste tem a ver com os níveis de prazer ou depressão que o robô está a sentir.

18 TESTE

Os testes efetuados funcionaram dentro das expectativas. Testes completos, ainda estão a ser feitos. Temos de concordar que o robô da Lego NXT Mindstorm, é um pouco limitativo em termos de sensores. Mas o esperado é que o robô aprenda com o passado e saiba caminhar entre objetivos dele (robô), como por exemplo, carregar a sua própria bateria.

18.1 DESCRIÇÃO

O corpo do robô tem:

- 4 Sensores que captam as percepções exteriores (Luz, Distância, Contacto, Som).

- Sensores que captam as sensações interiores como o estado dos motores e da bateria.

- 2 Motores para se mover (Frente, Esquerda, Direita).

- Emissor de som.

O cérebro tem as seguintes características:

- Nunca pára de funcionar, exceto para dormir ou a pedido do “dono”.

- Capacidade de aprender.

- Capacidade de sobrevivência com o tempo e educação para não ficar sem energia e não se prejudicar. Ou seja, para satisfazer as necessidades do corpo.

- Capacidade de detetar sensações novas e avisar o utilizador. Como música em alto volume.

- 12 Classes em Java. 4 tipos de estruturas: Signal, Neuron, Cortex e Brain; e 8 executáveis: Liberu, Interface, Mind, Remember, Emotions, Sleep, Cerebellum e Act. A classe Liberu contém o método de arranque (main()).

18.2 Entradas

Os 4 sensores têm um sinal cada um, de entrada no sistema, cada sinal variando entre 0 e 255. E o sentido proprioceptivo tem 12 sinais correspondendo a 5 ações, 5 emoções, energia e motivação.

18.3 Saídas

As saídas são 5. As três direções de movimento, a motivação e a voz, “speak”, que é um zumbido.

19 CONCLUSÕES

Nenhuma informação transita de um passo para o outro à exceção do último movimento. Pois, no robô, não temos o ato reflexo como nos seres vivos, em termos de inverter a direção do movimento. No programa Liberu é automático ou instintivo.

Outra conclusão, foi uma ideia já abandonada que se revelou ser verdadeira. Para uma pessoa reconhecer um nome de alguém que lhe é conhecido, tem de ser enviado um pedido de procura por imagem da pessoa e em retorno, ao mesmo sítio, a resposta é verificada ou reconhecida. Ou seja, a informação anda em círculo. Por isso é imperativo que os neurónios motores do cerebelo, se reconheçam a si próprios como únicos entre os outros. O mesmo acontece para todos os neurónios que dão a proximidade ao registado de início.

Uma aplicação prática poderá ser para segurança doméstica, na deteção de algo diferente nas perceções aprendidas pelo robô, que passeia pela casa e avisa o dono de possíveis perigos. Como deteção de sons estranhos, imagens novas, ou mesmo temperaturas exageradas.

20 “Trabalho a fazer”

Estamos a preparar-nos para instalar o programa Liberu, num robô de tecnologia Arduino. Esse robô ainda está em fase de arranque, mas espera-se ter sensores mais aproximados aos dos sentidos humanos, nem que seja em qualidade e não em quantidade de neurónios especializados.

Adicionando um sentido apurado de audição o robô, este pode receber “comandos” de voz e executá-los, se assim o entender. O número de passos possíveis a introduzir, só depende da capacidade de processamento do computador que executa o programa Liberu. Neste momento, o máximo para um PC regular é de 10.000. Alterando este número, e com um corpo apropriado, poderíamos ter um ser humano artificial com muitas mais capacidades.

Com a arquitetura de computadores a 64bits e se o Java permitisse, todos os números inteiros pudessem ser substituídos por 64bits, teríamos o equivalente na melhor das hipóteses e com uma capacidade de cálculo incalculável para esta arquitetura de computadores, cerca de 1,8 mil milhões de vidas humanas num só único robô.

Para mais informações, descarregar as fontes/executáveis do programa Liberu em Java, entrar em contacto com o Autor, entre outras coisas, pode consultar o site www.VitaLiberu.pt ou simplesmente vitaliberu.pt ou por último procurar pela palavra VitaLiberu na internet.

21 Créditos e Comportamentos

Na execução do programa Liberu, descobri a possibilidade de existirem 2 tipos de atribuir crédito, ao que o próprio fez nas suas acções, e com isto permite a possibilidade de existirem 2 tipos de reacções diferentes. No programa pode ser alterado o modo de agir do robô entre esses 2 tipos de reacção, através dum botão cujo o nome é “Thumb” do inglês Polegar. Esse polegar pode ser o polegar direito, que fica por cima ou o polegar esquerdo, que fica por cima. A alteração pode ser feita em qualquer altura em que o robô está a funcionar, só muda o tipo de ação final a ser executada, tudo o resto funciona igual. No robô reparei que

os de polegar esquerdo em cima são mais energéticos e os de polegar direito em cima são mais ponderados.

Mas o que é essa história do polegar esquerdo ou direito em cima... de quê?

Quando se cruzam os dedos das mãos (ou seja, quando os dedos entrelaçados ficam alternados, de maneira natural, sem parecer que nos estamos a sentir desconfortáveis dessa maneira), entre os da mão esquerda e os da mão direita...por outras palavras como se estivéssemos a rezar a Deus, fixamos qual é o polegar da mão que fica por cima. Se é o esquerdo ou o direito que fica por cima... por esta ordem de ideias o dedo mindinho que fica por baixo, será o da mão oposta. Já que estão todos os dedos entrelaçados um por um.

Ora isto nasce com a pessoa e assim como no robô, temos dois tipos de créditos a ações na natureza que também existem nos animais racionais, independentemente do sexo do animal, deste ser fêmea ou macho. A que na gíria temos por exemplo entre os seres humanos 4 tipos de comportamentos típicos na sociedade:

Polegar esquerdo por cima, designa-se por uma pessoa feminina ou masculina EMOTIVA.

Polegar direito por cima designa-se por uma pessoa feminina ou masculina RACIONAL.

As relações mais positivas e com maior surpresa para ambos os membros do casal, ou de amigos, ou entre familiares são as que entre os dois haja um EMOTIVO e outro RACIONAL. Só assim se complementam e são mais poderosos. Porque a qualidade de uns são os defeitos dos outros e vice-versa. Ou seja, o que um não sabe, sabe o outro o que um não consegue fazer, consegue o outro...etc.

Por exemplo, os racionais são pessoas dadas a caminhos nas explicações de direções... dizem algo como virar na segunda à esquerda, na quarta à direita, definindo um caminho contínuo ou analógico... são, portanto, pessoas tipicamente “racionais” seguem a lógica do possível.

Os emotivos são pessoas dadas a referências ou nomes nas explicações das direções... dizem algo como virar depois do prédio amarelo, quando chegar às bombas de gasolina vira à esquerda, etc... definindo um conjunto de referências para chegar ao destino. Tendo um pensar discreto são, portanto, pessoas tipicamente “emotivas”. Os emotivos pela minha experiência muito

Sistemas Livres – Paulo Roque Silva

agradável (já que sou racional) têm (na sua maneira de pensar) o “dom” de atravessar paredes pela sua lógica, converter água em vinho e construir um prédio pelo telhado (perdendo o chão pelo caminho) ..., mas o que eu me rio com eles e elas (emotivos). Não me rio deles o que é muito diferente. Devido a muitas vezes não termos o mesmo tipo de discurso, nem de entendimento...

Características do polegar esquerdo:



Importa: saber exprimir-se, saber comunicar

Importa: o porquê de ajudar – agir, o que é importante

Orientação: de referência em referência (nomes)

Pensamento: discreto

Atrai-se: pela personalidade

Importante: quantidade

Discurso: mais adjetivos (mais cor à vida)

Discurso: saltitam entre assuntos

Não se consegue por na posição do outro

Gosta de ser reconhecido pelos outros

Tendência para gestão, artes, advocacia

Normalmente são mais bonitos

Características do polegar direito:



Importa: mensagem a transmitir (ideia)

Importa: como pode ajudar – agir, o procedimento

Orientação: por caminhos contínuos

Pensamento: analógico

Atrai-se: pela beleza física

Importante: qualidade

Discurso: mais advérbios

Discurso: mantêm o objetivo a esclarecer

Consegue-se por na posição do outro

Confia em si próprio e não necessita do reconhecimento dos outros

Tendência para ciências

Normalmente são mais rudes na beleza

22 Demonstração Empírica

1. Cada neurónio memoriza “algo” (nas dendrites e sinapses) e todos são “diferentes” quando disparam ou comunicam (através do axónio).
2. O sistema de comunicação, como foi analisado, é por difusão “total”.
3. Podemos imaginar 1 anel com “todos” os neurónios, em que, quando um neurónio “fala” ou dispara os outros todos “ouvem” e estabelece-se um “ciclo”.
4. No começo “algum” neurónio do “anel” vai disparar com a sua “identificação”.
5. O(s) neurónio(s) que vai(ão) disparar em “segundo” lugar, dispara(m) por algum “motivo”?!

6. Há 3 “MOTIVOS” para o(s) “segundo(s)” neurónio(s) disparar(em) e por isso há 3 “ANEIS” de neurónios possíveis de existirem:
hemisfério cerebral esquerdo, direito e cerebelo.
 - a. 1º “motivo”: os neurónios do anel disparam por “semelhança” com o que registaram “algo” através dos “sentidos” no passado.
 - i. Obtém-se: uma identificação “diferente” temporal (mais recente ou melhor no passado) dos neurónios dos “sentidos” mais “semelhante” com o real “sentido” (no presente) (HEMISFÉRIO CEREBRAL REAL).
 - b. 2º “motivo”: os neurónios do anel disparam porque os neurónios quando dispararam a primeira (ou não) vez registam a ou as “identificações” dos neurónios que dispararam “logo de seguida” e antes do próximo “ciclo”. Logo disparam se reconhecerem a “identificação” no registo de “identificações” (lista curta, devido à repetição pelo evoluir do tempo – seria outro neurónio a registar devido ao primeiro motivo) dos neurónios que dispararam “logo de seguida”.
 - i. Obtém-se: a possibilidade de andar para trás no tempo (HEMISFÉRIO CEREBRAL IMAGINATIVO).
 - c. 3º “motivo”: os neurónios do anel disparam porque “se reconhecem” a eles próprios.
 - i. Obtém-se: a possibilidade de andar para a frente no tempo (HEMISFÉRIO CEREBRAL IMAGINATIVO).
 - ii. Obtém-se: a ação correspondente a esse neurónio (movimento muscular, hormonas, etc.) ou a ação “inversa” no caso de se sentir “DOR”, em que o local da “DOR” corresponde a determinada ação, assim como a “inversa” (ato reflexo), desenvolvido à nascença (CEREBELO).
7. No início “todos” os neurónios do cerebelo disparam pelo menos 1 vez (3º “anel” / “motivo”).

- i. Obtém-se: um início de “um passado” valorizado de bom/mau pelos “sentidos” “no primeiro anel/motivo” (hemisfério cerebral do real/ “passado”).
 - ii. Obtém-se: uma “equivalência unívoca” entre os neurónios do cerebelo (cópia do proprioceptivo) e os neurónios do hemisfério cerebral real nomeadamente os do “sentido” proprioceptivo, ou seja, o retorno do próprio corpo físico e da “DOR”. Ou seja, a ação, por exemplo, nº 325 vai corresponder no sentido proprioceptivo, também, ao nº 325, da mesma ação (os números dos neurónios, no computador, podem ser subconjuntos de determinados neurotransmissores nas sinapses. Mas “todos” os conjuntos / “identificação” de cada neurónio “diferentes”.
8. Passado o “período” do passo 7 (comportamento “aleatório”) inicia-se o período “motivador” e continua assim por toda a vivência que se realiza por “ciclos” temporais de “recepção e recordar” (anel/motivação 1), de “pensamento” (anel/motivação 2) e de “ação” (anel/motivação 3):
 - a. Ciclo de “recepção e recordar” – Hemisfério cerebral real: regista, por exemplo, segundo a segundo em cada neurónio de cada um dos 6 “sentidos” (audição, tato, paladar, olfato, visão e proprioceptivo) “valores” de “amplitude” correspondente aos neurónios sensitivos. Esses “valores” dividem-se em 3 tipos: “identificação” do neurónio sensitivo (desnecessário neste caso – do neurónio sensitivo, mas necessário como “valor” que saí no axónio quando o neurónio do ponto de vista do emissor, dispara – dando-nos uma linha ou um círculo ou um formato aleatório, temporal passado, criado pelos “ciclos” reais registados); “amplitude” do sinal detetado pelos sensores; e um “valor” “epigenético” de BOM/MAU para o próprio corpo físico. Devolve o “tempo” mais “semelhante” com a realidade sentida como presente, e o “tempo” em que

foi “melhor” (BOM/MAU) para o corpo dentre os que foram recordados ou dispararam.

- b. Ciclo de “pensamento” – Hemisfério cerebral Imaginativo: anda, entre ações executadas na realidade, “imaginariamente” para a frente e para trás no tempo, entre o mais “semelhante” e o “melhor” dado pelo ciclo de “recepção e recordar”. Podem-se executar alguns destes ciclos, por exemplo, 10 ciclos “imaginários” / “sono” para a frente (ansiedade) e para trás (saudade) no mesmo “ciclo” temporal real (deste passo 8). Aqui calcula-se, aditivamente o BOM/MAU, entre ciclos imaginários, para determinar o “melhor caminho”. Já que, se regista neste anel o que vai sendo executado/acionado e acrescentando dendrites do que foi executado/acionado a seguir a esse neurónio imaginário que tem o mesmo número temporal como “identificação” devolvida no final dos ciclos imaginados. Ficamos com um possível “melhor caminho” dado por um valor “temporal”.
- c. Ciclo de “ação” – Cerebelo: no início (comportamento “aleatório”) são eliminados os registos de, ruídos no sentido proprioceptivo, e erros de desenvolvimento, que não correspondem à própria ação (já que cada um “se reconhece” a ele próprio). O cerebelo tem uma cópia do sentido proprioceptivo igual ao do hemisfério cerebral real. E quando vem do ciclo de “recepção e recordar” para poder “REPETIR” a execução ou ação do “semelhante” devolvida que fez no passado. Ou quando vem do ciclo de “pensamento” para agir ou executar prioritariamente (ou seja, ganha a emoção à razão em todos os seres com cérebro) ao que lhe vai fazer melhor para o corpo físico. Em ambos os casos o que vem do hemisfério cerebral esquerdo ou direito (real ou imaginativo) é uma informação temporal para ser recordada na cópia que se encontra no cerebelo no mesmo instante de tempo real passado. Dessa forma envia para o anel/motivação 3 do cerebelo os sinais proprioceptivos que o anel vai reconhecer

pelo período aleatório e executar ou movimentar algo no corpo físico ou hormonal. Neste anel de ação só se reconhece o que se tem para executar. E existem 2 valores possíveis de “crédito” para dar potencial à ação. Daí o passo 9.

9. O “crédito” dado às coisas, é dado por cada um de nós, seres vivos racionais. Não é por dizerem que “algo” é verdade, que nós vamos acreditar. Ou, podemos acreditar, mas somos nós que damos ou avaliamos e, em última análise, decidimos e executamos em conformidade do que nos faz mais capazes. Existem 2 “maneiras” de executarmos o crédito que damos às coisas. E cada um tem a sua “maneira” predefinida à nascença que se distingue pelo cruzar dos dedos – das duas “maneiras” possíveis de cruzar os dedos. E, pela lógica, dois indivíduos, com ambas as “maneiras”, são, no conjunto, mais poderosos do que dois indivíduos de “maneiras” iguais. Dois indivíduos com “maneiras” iguais entendem-se melhor.
10. As emoções são características do próprio sistema. São como o painel de luzes do tablier dum carro. Por exemplo, o detetar “algo” novo num determinado sentido e incorporar esse “sinal” de “novidade” no sentido proprioceptivo no próximo “ciclo”
 - i. Obtém-se: estados diferentes para cada emoção (se simularmos o riso ficamos mais contentes). Detetei 5 emoções: uma física, do corpo, a “DOR”, as outras 4, mentais; “novidade”, “alegria”, “tristeza” e “medo”. Com quase todas as combinações possíveis.

23 BIBLIOGRAFIA

1. Russell, S., Norving, P. Inteligência Artificial. Campus (2004).
2. Coon, D. Introdução à psicologia: uma jornada. Thomson (2006).
3. Bear, M., Connors, B., Paradiso, M. Neurociencia, Explorando el cerebro. Masson-Williams & Wilkins (1998).
4. Mackay, W. Neurofisiologia Sem Lágrimas. Fundação Calouste Gulbenkian (1999).
5. Engelbrech, A. Computational Intelligence, An Introduction. Wiley (2007).
6. Haikonen, P. Robot Brains, Circuits and Systems for Conscious Machines. Wiley (2007).
7. Wilson, H. spikes decisions and actions, dynamical foundations of neuroscience. Oxford (1999).
8. Mass, W., Bishop, C. Pulsed Neural Networks. MIT Press (2001).
9. Nunes, B. Memória, Funcionamento, Perturbações e Treino. Lidel (2008).
10. Damásio, A. O erro de Descartes. Europa - America (1995).
11. Levy, S. Vida Artificial, em demanda de uma nova criação. Publicações Dom Quixote (1994).
12. Sternberg, R. Cognitive Psychology. Thomsons (2006).
13. Katz, B. Neuroengineering the future, Virtual Minds and Creation of Immortality. Infinity Science press (2006).