

**ESCOLA SUPERIOR ABERTA DO BRASIL - ESAB
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM
ENGENHARIA DE SISTEMAS**

LUCIANO VIEIRA DA SILVA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
Conceitos e Métodos de Representação do Conhecimento**

**Vila Velha - ES
2010**

LUCIANO VIEIRA DA SILVA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
Conceitos e Métodos de Representação do Conhecimento

Monografia apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas da Escola Superior Aberta do Brasil como requisito para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Sistema, sob orientação do Prof. Mestre Marcos Alexandre do Amaral Ramos.

Vila Velha - ES
2010

LUCIANO VIEIRA DA SILVA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
Conceitos e Métodos de Representação do Conhecimento

Monografia aprovada em ___ de ___ de ___

Banca Examinadora

Vila Velha - ES
2010

DEDICATÓRIA

A Jesus Cristo, Filho do Deus Vivo, o qual é o absoluto em minha vida.

A minha falecida Mãe que sempre me apoiou nas minhas horas difíceis.

A minha falecida Tia que sempre estudou comigo e me tomava a tabuada.

A minha Esposa que sempre me incentiva a melhorar a cada dia.

Aos meus Filhos que são benção em minha vida.

AGRADECIMENTO

Aos meus Prof. Mestres Orientadores Aloísio Carlos da Silva, Marcos Alexandre do Amaral Ramos e Beatriz Christo Gobbi, cuja as zelosas orientações foram imprescindíveis durante a execução da minha dissertação

Muito Obrigado a Todos!

E ele muda os tempos e as estações; ele remove os reis e estabelece os reis; ele dá sabedoria aos sábios e conhecimento aos entendidos.

(Bíblia Sagrada – Livro de Daniel capítulo 2 versículo 21)

RESUMO

Palavras-Chave: Representação do Conhecimento, Inteligência Artificial, estratégia.

Esta dissertação investigou algumas técnicas empregadas na Representação do Conhecimento sob a ótica computacional da Inteligência Artificial (IA), onde abordamos uma fundamentação teórica básica sobre IA, mencionamos o uso e limitações de IA e introduzimos conceitos, algumas técnicas e aplicações em IA para representar o conhecimento. Concluiu-se que a Representação do Conhecimento é um tema longe do seu esgotamento, visto sua vasta aplicabilidade em jogos, em sistemas inteligentes de edifícios, carros e tantos outros; fornecendo soluções para problemas de complexidade variáveis, dependendo única e exclusivamente do conhecimento técnico, boa estratégia e criatividade por parte do seu desenvolvedor, citando por fim dois exemplos clássicos de solução em jogos: Missionários e Canibais e Torre de Hanói.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 OBJETIVO.....	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 METODOLOGIA.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 HISTÓRICO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA).....	15
2.1.1 Uma Definição de IA	15
2.1.2 Aplicação de Métodos Fortes e Métodos Fracos	18
2.1.3 Evolução conceitual sobre IA desde 384 a.C. até meados do século XX.	19
2.1.4 Uma personalidade historicamente marcante na IA	20
2.1.5 Acontecimentos entre as décadas de 60 a 90	22
2.1.6 Influência da Filosofia em IA	23
2.1.7 Influência da Lingüística em IA	24
2.1.8 Influência da Psicologia e Biologia Humana em IA	24
2.1.9 Programação em Linguagens dedicadas a IA	25
2.1.9.1 Sobre a programação de PROLOG.....	25
2.1.9.2 Sobre a programação em LISP	27
3 USO E LIMITAÇÕES EM IA	29
3.1 INTRODUÇÃO	29
3.2 UMA ODISSÉIA DE FANTASIA SIMULANDO A REALIDADE	29
3.3 NA SALA CHINESA	31
3.4 A INTERAÇÃO DE IA COM O SÉCULO XXI	34
4 REPRESENTANDO O CONHECIMENTO	37

4.1 INTRODUÇÃO	37
4.2 UMA BOA REPRESENTAÇÃO É FUNDAMENTAL.....	37
4.3 REPRESENTANDO ATRAVÉS DE REDES SEMÂNTICAS	39
4.4 REPRESENTANDO ATRAVÉS DE HERANÇAS.....	40
4.5 REPRESENTANDO ATRAVÉS DE QUADROS.....	41
4.5.1 O sentido de se usar os Quadros	43
4.5.2 A Herança estendida aos Quadros	43
4.5.3 Herança Múltipla estendida aos Quadros	44
4.5.4 Procedimentos.....	45
4.5.5 O Procedimento “Gatilho”	45
4.5.6 Uso conjunto de Quadros e Regras.....	46
4.5.7 Sobre a Capacidade Representacional	46
4.6 PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETO (POO)	47
4.7 ESPAÇOS DE BUSCA.....	49
4.8 SOBRE ÁRVORES SEMÂNTICAS	50
4.9 SOBRE ÁRVORES DE BUSCA (AB)	51
4.9.1 Aplicando AB na solução do problema: Missionários e Canibais	52
4.9.2 Aplicando Melhoria à Representação do problema	55
4.9.3 Aplicando AB na solução do problema: Torre de Hanói	56
CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da IA tem seus fundamentos em diversas áreas do conhecimento, principalmente na lingüística, na filosofia, na biologia e na psicologia. O desafio de associar estas áreas a IA é a tentativa basal para se recriar o complexo processamento de informações da mente humana e suas reações ou respostas a situações aleatórias.

Diversos estudos e projetos de IA sempre buscam imitar a coerência cognitiva humana que se traduz em respostas escritas, faladas ou ate mesmo ações que um dispositivo ou sistema lógico dotado de recursos de IA seja capaz de executar. A criação de um neurônio eletrônico é algo ainda filosófico e sua implementação ainda requer muitas considerações sobre absorção e trato das informações por ele processadas.

O cérebro é formado por bilhões de neurônios interligados em rede e com respostas altíssimas em velocidade – o reflexo humano que visa preservar o corpo de algum dano material ou, responder a alguma ação externa que requeira interação do individuo com o objetos ou outros seres. Tudo isto em um tempo muito curto, sem direito a bugs (falhas de programação) e com eficiência máxima em resposta aos estímulos.

Realmente a IA está avançando a cada dia quanto a sua estrutura lógica, mas a imitação do comportamento humano quanto ao raciocínio, ao aprendizado por associações e a expressão de sentimentos está em fase inicial de pesquisa, sendo um árduo trabalho a ser desenvolvido.

A IA esta presente em muitos programas de cálculos, de geoprocessamento, de astrofísica, de reconhecimento facial e, ate mesmos em jogos diversos (em rede ou não) e passatempos, cuja finalidade é a representação mais fidedigna possível de situações e respostas lógicas aos eventos praticados.

Segundo Nilsson (1982), muitas atividades mentais como escrever programas de computadores, matemática, raciocínio do senso comum, compreensão de línguas e até dirigir um automóvel - demandam “inteligência”. Nas últimas décadas, vários sistemas computacionais foram construídos para realizar estas tarefas. Dizemos que tais sistemas possuem algum grau de Inteligência Artificial.

A obra aqui descrita não ousa esgotar o assunto sobre representação do conhecimento, visto que ele pode ser tão profundo quanto se queira, se enveredarmos pelo minucioso estudo de linguagens de programação tal como C++ e JAVA, que no momento são linguagens básicas para desenvolvimento e implementação de sofisticados programas que utilizam a IA como recurso interativo com o usuário, que está cada vez mais exigente e buscando simplificação e facilidade na extração de respostas para solução de problemas cada vez mais complexos.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

Para galgar a excelência na Representação do Conhecimento através da IA, muitos pesquisadores e especialistas sobre o assunto tem gasto tempo considerável debruçados sobre postulações, argumentações e novas teorias.

A movimentação no meio científico tem chamado a atenção de muitos curiosos a até mesmos grandes corporações, que vêem neste campo uma grande oportunidade de agregar mais valores ao seu negócio, revertendo em lucros consideráveis.

O tema é polêmico e rentável. As informações sobre o mesmo já estão disponíveis na internet em forma de comentários e artigos. Basicamente toda literatura titulada por IA ao chegar nas prateleiras das livrarias são rapidamente esgotadas, tamanha é a sede de informação do público em geral pelo assunto.

Diante deste fato, cabe a esta dissertação propor uma forma simplificada e em linguagem acessível de, como entender a Representação do Conhecimento na Inteligência Artificial?

1.2 JUSTIFICATIVA

A intenção de realizar este trabalho surgiu da necessidade de abordar este tema sob uma ótica mais simplificada e prática, abordando um breve histórico sobre a IA, definições, algumas aplicações, sua evolução, influências recebidas de outras áreas do conhecimento, uso e limitações, representações do conhecimento com menção de técnicas e algumas aplicações que dia-a-dia vem tornando programas mais interativos com o usuário, imitando a linguagem humana e sua capacidade cognitiva na apresentação das respostas.

O ser humano reage as suas necessidades consideradas básicas às vezes de forma ávida, e sua busca por conhecimento (uma das suas necessidades intrínsecas) conduziu nossa sociedade a todo desenvolvimento tecnológico presente nos dias atuais.

Podemos citar o exemplo das grandes corporações. Elas buscam operar linhas de produção com a tão sonhada automação total, onde sistemas inteligentes serão capazes de assumir processos desde o seu início até sua fase final, tomando decisões e reagindo com soluções preventivas e corretivas a demanda de trabalho. Deve-se a estas corporações grande parte do patrocínio sobre os estudos em IA na atualidade.

A IA é uma ferramenta imprescindível na execução de tarefas repetitivas, como os robôs de linha de produção nas grandes fabricas, ou os robôs que penetram em áreas tóxicas ou com risco de explosão, como já existe em alguns países desenvolvidos, sendo utilizados pelas forças armadas, polícia e bombeiros. Eles são capazes de colher e processar dados, gerando informação e enviando os mesmos por ondas de rádio para uma central de controle que o manipula a distância.

É notável que este tema é relevante e polêmico. A representação do conhecimento é interno a máquina e não o vemos atuar, mas é ele que capacita os sistemas inteligentes a solucionar problemas do dia-a-dia, sejam simples ou mais complexos atendendo a vários interesses sociais, não só na área industrial, como também nas áreas da medicina, do transporte, do entretenimento, da ciência, etc.

Assim sendo, surge a necessidade emergente de se estudar e conhecer mais sobre este tema, que certamente já faz parte do nosso dia-a-dia, nos afetando direta ou indiretamente.

1.3 OBJETIVO

1.3.1 Objetivo Geral

Descrever a Representação do conhecimento de forma simples e descomplicada, revelando modelos utilizados para sua implementação e permitindo o emprego de técnicas diferenciadas que ajudarão na pratica de pesquisas mais aprofundadas sobre o assunto.

1.3.2 Objetivos específicos

Descrever um breve histórico da Inteligência Artificial.

Apresentar as utilizações e limitações da Inteligência Artificial.

Identificar os conceitos de métodos de Representação do Conhecimento.

1.4 METODOLOGIA

Quanto ao objetivo será utilizada a metodologia exploratória e a técnica será a pesquisa bibliográfica.

Coleta de dados feita através de livros publicados, publicações técnicas dos manuais, artigos desenvolvidos sobre o tema, periódicos especializados , conhecimentos práticos por mim adquiridos e sites especializados(internet).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HISTÓRICO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

A IA tem sido uma área muito estudada na atualidade motivada pelo desafio intelectual e pela corrida por alcançar primeiro a criação de programas que realmente imitem a cognição humana. Os fundamentos da IA são milenares e repousam no entendimento das áreas como a biologia, a psicologia, a lingüística e a filosofia. Existem também mentes pensantes que defendem as diferenças entre os métodos de IA forte e IA fraca, o qual abordaremos com mais detalhes posteriormente.

2.1.1 Uma Definição de IA

A IA pode assumir definições variadas mediante a ótica do pesquisador e a ênfase que ele queira dar a uma de suas facetas, mediante seu interesse no assunto. Entretanto, devido a complexidade em se definir e a falta de um consenso entre a classe científica, cito uma das muitas definições de IA que seria a capacidade de solucionar problemas, de responder questionamentos, de criar e estabelecer planos, etc. Uma outra definição seria o estudo de sistemas que se comportam de forma inteligente aos olhos de um observador.

Segundo Durkin (1994), A IA é um campo de estudo na ciência da computação, cujo objetivo é fazer um computador raciocinar de uma maneira similar aos humanos.

Como é praticamente impossível alcançar uma definição única para IA, Rich e Knight (1993), sugerem o seguinte escopo: Inteligência Artificial é o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que, no momento, as pessoas fazem melhor.

Apesar de existirem muitas definições para IA, nenhuma chega a ser completamente abrangente e aceita de todo pela comunidade científica. Seu emprego é voltado para

solucionar desde problemas simples aos mais complexos. Técnicas de busca de soluções nem sempre são empregadas para ensinar a um robô a encontrar a saída de um labirinto, mas são largamente utilizadas para situações cuja solução seja mais simplória.

A Inteligência Artificial (IA) é o campo da ciência que tenta explicar a origem da natureza do conhecimento. Weber (1996) conceitua IA como um ramo da Ciência da Computação dedicado ao estudo das técnicas computacionais que representam algum aspecto da cognição humana (DURKIN, 1994).

Assim sendo poderíamos obter outra definição para IA, como sendo o estudo que busca métodos comportamentais baseados na ação de humanos e animais com a finalidade de solucionar questões complexas. Hoje existem sistemas que são capazes de extrair significados das falas humanas, dando respostas a estas falas ou declarações. Podemos encontrar isto em um serviço de atendimento ao cliente (SAC) de uma operadora de tv a cabo ou telefonia que tem a capacidade de encaminhar a chamada do cliente mediante escolhas verbais que ele declare ao telefone.

E ainda, a Definição de Inteligência Artificial ou IA, vem de muito tempo atrás e a cada geração ela muda um pouco, a cada algoritmo desenvolvido e testado uma nova área é aberta no campo da IA. Diversos filmes abordam este tema, como: The Matrix (WACHOWSKI, 1998), Blade Runner (SCOTT, 1982), 2001 – Uma odisséia no espaço (KUBRICK, 1968), A.I. – Inteligência Artificial (SPIELBERG, 2001), todos demonstram um futuro próximo em que máquinas podem pensar e também ter emoções como nós, além de poderem competir conosco no mesmo nível ou um nível acima.

Com bastante rapidez, eles poderiam nos exterminar. Não estou tão alarmado quanto muitos outros por essa última possibilidade, pois considero essas máquinas do futuro nossa progênie, 'filhos da mente' construídos a nossa imagem e semelhança, nós mesmos em uma forma mais poderosa. Como crianças biológicas de gerações anteriores, eles encarnarão melhor a esperança da humanidade de um futuro em longo prazo. É nossa responsabilidade lhes dar toda vantagem, e nos

retirarmos calmamente quando não pudermos mais colaborar. (MORAVEC, 2000, RUSSEL & NORVIG, 2004)

Considere que a capacidade de processamento de um computador que possui suficiente grau de inteligência e consciência, imitando este estado cognitivo do ser humano, estabelece o conceito de IA forte.

De acordo com Fernandes (2003), Duas definições atuais destacam perfeitamente tanto a complexidade quanto o rumo a ser dado pelas pesquisas em IA. A primeira, de Ganascia, em 1993, que diz que a IA se destaca na busca por compreender a inteligência e englobar diversos campos do conhecimento com o objetivo prático de simulá-la. A outra de Boose, de 1994, afirma que a IA é um campo de estudo multidisciplinar e interdisciplinar, que se apóia no conhecimento e evolução de outras áreas do conhecimento.

No livro “O Mistério da Consciência e Discussões com Daniel C. Dennett e David J. Chalmers”, de John R. Searle, com tradução de André Yuji Pinheiro Uema e Vladimir Safatle, São Paulo: Paz e Terra - 1998, Searle critica o conceito da IA forte, considerando a idéia fantasiosa, visto que a imitação do estado de consciência é incapaz de ser reproduzida por uma máquina. A IA Forte afirma que qualquer sistema que implementasse o programa adequado poderia ter uma consciência. A consciência pode ser considerada pura e simplesmente um programa de computador, o que Searle nega. Outras teorias computacionais, como a IA Fraca (o computador pode nos ajudar a fazer simulações da mente) são aceitas por Searle.

A IA fraca defende o conceito de utilizar comportamento inteligente para resolução de problemas complexos e, isto não significa que o sistema que habita a máquina seja realmente inteligente ou que possa se dizer que agiu inteligentemente como um humano.

2.1.2 Aplicação de Métodos Fortes e Métodos Fracos

Os conceitos sobre métodos fortes e fracos são bem distintos dos conceitos de IA forte e IA fraca. Não devemos confundi-los.

Segundo Ben Coppin (2010), os métodos fracos têm como ferramenta o raciocínio automatizado, a lógica, dentre outros que se enquadra em uma infinidade de problemas, mas que não garante a aquisição de real conhecimento sobre o universo do problema que está sendo solucionado. Já os métodos fortes dependem das ferramentas dos métodos fracos, pois sua metodologia ordena a aquisição do conhecimento, onde o sistema terá de dispor de sólidos conhecimentos sobre o seu universo e sobre os problemas que ele deve encontrar.

Uma das tentativas para se solucionar problemas genéricos foi a criação do GPS (*General Problem Solver* – Solucionador de Problemas Genéricos), cujo os pais foram Newell e Simon. Esta tentativa falhou, pois concluíram que era necessário muito mais do que um emaranhado de representações algorítmicas para tornar a IA possível.

Nos anos 60, a Inteligência Artificial passou por várias fases: 1) tentativas de traduções com a máquina; 2) programas heurísticos (SLAGE, 1961); 3) compreensão de linguagem natural que simulava uma psicoterapia não diretiva (WEIZEBAUM, 1966); 4) resolução de quebras-cabeça/reconhecimento de padrões; 5) lógica computacional (GREEN, 1966); 6) resolvidor de problemas genéricos - General Problem Solver GPS (NEWELL, 1960).

Assim sendo, a aquisição de conhecimento é imprescindível para a construção de sistemas inteligentes, e com isto se faz necessário o emprego de métodos fortes para viabilizar a aparência de um comportamento realmente inteligente.

2.1.3 Evolução conceitual sobre IA desde 384 a.C. até meados do século XX

Pesquisando sobre o histórico do raciocínio lógico e sua origem no site <http://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica>, verificou-se que os sistemas de raciocínio lógico tem seu histórico datados na Grécia antiga, através de um grande filosofo chamado Aristóteles, que criou tal lógica. Ele viveu entre 384 a.C. até 322 a.C. sendo discípulo de Platão . Seus escritos são até hoje considerados acervos do pensamento científico moderno.

O silogismo foi inventado por Aristóteles e ao longo dos séculos vem sendo desenvolvido e estendido por filósofos, matemáticos e lógicos, assumindo definições cada vez mais voltadas a pratica de resolução de problemas, mas que não fogem a essência descritiva definida por Aristóteles.

Um silogismo (do grego antigo συλλογισμός, "conexão de idéias", "raciocínio"; composto pelos termos σύν "com" e λογισμός "cálculo") é um termo filosófico com o qual Aristóteles designou a argumentação lógica perfeita, constituída de três proposições declarativas que se conectam de tal modo que a partir das primeiras duas, chamadas premissas, é possível deduzir uma conclusão. A teoria do silogismo foi exposta por Aristóteles em Analíticos anteriores (WIKIPEDIA, 2010).

Conforme Kant, silogismo é todo juízo estabelecido através de uma característica mediata. Dito de outra forma: silogismo é a comparação de uma característica de uma coisa com outra, por meio de uma característica intermediária (WIKIPEDIA, 2010).

Avanços sobre a teoria de Aristóteles sobre lógica ocorreram no século XII, quando Peter Abelardo (1079 a 1142 d.C.) escreveu *Dialético*, um tratado de lógica. Ao final deste mesmo século, Gottfried Leibniz, matemático e filosofo alemão operando conjuntamente com Issac Newton criaram o Calculo que hoje é largamente utilizado pelos matemáticos e desenvolveu uma linguagem matemática formal voltada para o raciocínio. Seu trabalho não bem entendido na época por seus contemporâneos,

mas serviu de base para o desenvolvimento das lógicas proposicionais e dos predicados que são muito importantes para pesquisas atuais em IA.

A álgebra booleana, criada por George Boole (matemático inglês – 1815 a 1864), que é utilizada em lógicas proposicionais e dos predicados, largamente utilizada em engenharia eletrônica e por cientistas da computação no desenvolvimento de portas lógicas em camadas de silício, trabalhando com tabelas verdade, manipulando variáveis A, B, C, por exemplo, e determinando estados lógicos de operações voltados a soluções de problemas do tipo como “Verdadeiro ou Falso”.

Contemporaneamente a Boole, Charles Babbage criou a “Máquina Analítica” conhecida como primeiro computador do mundo. Seu projeto nunca saiu do papel de fato, mas serviu de base para construção futura de um modelo que funcionou. Os computadores atuais são muito diferentes do modelo proposto por Babbage, mas sem duvida nenhuma, a ciência deve muito a ele.

O século XX foi marcado por vários modelos de computadores criados, desde 1950 com modelos eletro-mecânicos, estes foram posteriormente substituídos por computadores valvulados, que esquentavam muito e consumiam muita energia.

2.1.4 Uma personalidade historicamente marcante na IA

Alan Turing é um nome escrito nas tabuas históricas da IA, devido a sua grande contribuição na área computacional. Durante a Segunda Grande Guerra, ele trabalhou arduamente em Bletchley Park decifrando códigos alemães. Depois disto trabalhou dedicadamente a criação de um computador pensante, tendo seu trabalho publicado em 1950 (*Computing Machinery & Intelligence*).

Foi ele o criador de um teste pratico para se medir a IA de um computador pensante. O teste leva seu nome, Teste de Turing.

O teste é executado tomando por base um interrogador que terá acesso a outros dois indivíduos, sendo que um deles é um humano e o outro é um computador. A interação entre as partes é feita indiretamente, provavelmente via teclado e via tela do computador do interrogador. O humano tem a intenção ajudar ao interrogador respondendo suas perguntas e o computador tem a missão de se passar também por humano, fazendo com que o interrogador fique confuso de quem é computador e de quem é humano. Por exemplo, o interrogador pode perguntar ao humano se “Você é humano?” e o humano afirmar categoricamente. Da mesma forma esta pergunta poderá ser feita ao computador e ele poderá dar a mesma resposta. A única forma do humano provar humanidade é fornecendo respostas de natureza complexa, inesperadas vindas da parte de um computador. Isto também poderia ser previsto pelo desenvolvedor do computador inteligente, que poderia dar ao programa simulador de IA, de forma antecipada, habilidades de reconhecimento a estas complexidades.

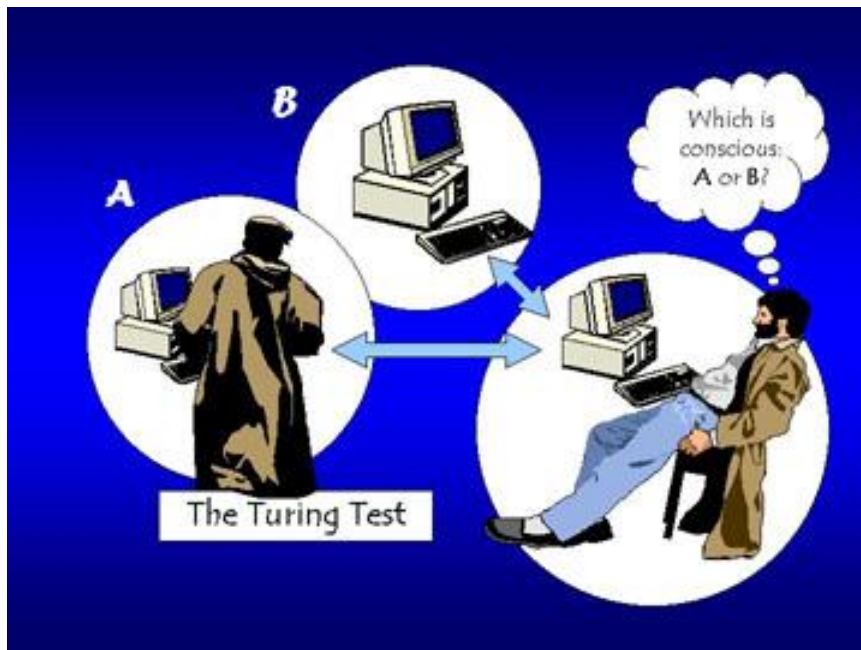


Figura 1 – Teste de Turing.

Fonte:< http://www.fei.edu.br/~psantos/slidesIA/aulas_IA.HTML> (2006)

O Teste de Turing resultou em programas de computação, tal como o ELIZA de Weizenbaum, criado em 1965, que simula uma conversa humana. Isto tem servido de base para se melhorar áreas de processamento da linguagem natural entre máquinas e humanos. Até hoje, nenhum programa passou no Teste de Turing,

embora grandes somas de dinheiro sejam oferecidas a quem seja capaz de inventar um programa de computação que o faça.

A grande verdade que ainda perdura é que traduções de linguagens dentro de um sistema computacional que emprega IA não é de fácil implementação e de difícil solução pelos pesquisadores.

Conforme entendimento de Russel & Norvig (2004), Turing definiu que o comportamento humano é muito complexo para ser capturado e representado por sistemas de regras simples e como os IA em Jogos – A busca competitiva entre o homem e a máquina – 30 computadores seguem um conjunto de regras básicas, eles não conseguiriam ter um comportamento igualmente ao dos seres humanos.

A IA (Inteligência Artificial) foi usada como termo pela primeira vez em uma conferência no Dartmouth College em Hanover por John McCarthy em 1956, no que declarou: "fazer a máquina comportar-se de tal forma que seja chamada inteligente caso fosse este o comportamento de um ser humano." Em meados de 1958, John McCarthy criou a LISP, linguagem de programação usada até hoje pelos pesquisadores de IA.

2.1.5 Acontecimentos entre as décadas de 60 a 90

Os anos 50 foram marcados por um forte otimismo em relação a IA, sendo substituída depois por uma forte dose de realismo, devido a compreensão das limitações de se implementar a IA.

O objetivo do estudo de IA não mais sonha em criar uma unidade robótica tão ou mais inteligente que um humano, mas criar algoritmos e metodologias baseadas no comportamento cerebral para solucionar problemas.

Novos sistemas foram desenvolvidos para solucionar problemas baseados em analogias, como o Copycat de Melanie Mitchel que é capaz de solucionar problemas como “ABC está para CBA, assim como DEF está para ?”.

Mesmo assim, esta capacidade não representa inteligência de fato, mas revela que realmente está ocorrendo progressos na área de desenvolvimento de sistemas. Os principais avanços que podemos destacar na atualidade são os jogos, a visão por computador, a vida artificial, o aprendizado da maquina, os sistemas multiagente e o planejamento, dentre outros.

2.1.6 Influência da Filosofia em IA

É fato comprovado que a filosofia representada por grandes mentes pensantes da nossa historia como Platão, Descartes e Daniel Dennett, teve forte influencia nas pesquisas modernas sobre IA. Conta-se que Aristóteles recebeu influencia de Platão, que questionava muito a Sócrates sobre conceitos do comportamento humano. Sócrates por sua vez afirmava naquela época que era possível definir um algoritmo capaz de descrever um comportamento bom de um mau.

Daniel Dennett, filósofo moderno, é um dos principais debatedores sobre IA, fomentando questões como “[...] se cada neurônio cerebral fosse substituído por um dispositivo computacional equivalente, resultaria na mesma pessoa, capaz de exercer pensamento inteligente?”.

O filósofo Hubert Dreyfus apoiava essa visão. Ele e seu irmão criticavam a seguinte posição, que todo comportamento inteligente poderia ser absorvido por um sistema que raciocine a partir de regras básicas, isso era denominado de GOFAI (“*Good Old-Fashioned AI*”). Dreyfus criticava o modo como o computador era programado para desenvolver um comportamento humano (RUSSEL & NORVIG, 2003).

René Descartes acreditava no “Dualismo”, ou seja, mente e matéria, ambas separadas e independentes entre si, sobretudo a mente que não sofria restrição do

corpo. Descartes, todavia não cria que o dualismo era estendido aos animais, os quais considerava como maquinas complexas simplesmente. Tal visão renova as esperanças da comunidade científica em se criar processamento semelhante e ao menos criar uma maquina equivalente a um animal ou um ser humano.

2.1.7 Influência da Lingüística em IA

A lingüística é de suma importância para desenvolvimento da IA, visto que trabalha com o estudo da linguagem humana, que é extremamente complexa e “repleta de armadilhas” para um sistema computacional provido de IA.

Segundo Carvalho (2001), Capacidade de comunicação: quanto mais versátil o uso das linguagens para expressar as suas idéias e sentimentos, mais “inteligente” parece o ser humano, porém existem seres humanos com um grande nível de inteligência e uma pequena capacidade de comunicação com seus semelhantes

A linguagem natural, hoje de fundamental importância na implementação de IA, teve sua origem através de notas de Noam Chomsky, que nos anos 50 teorizou formalmente sobre Estruturas Sintáticas na linguagem humana. Esta linguagem é um elemento crucial na representação do conhecimento e está fortemente centrada na IA. Quase todas as técnicas dependem de método formal de representação do conhecimento ajudando o computador a usar informação originada do mundo externo a fim de solucionar problemas, sem a necessidade real de se compreender a informação trabalhada.

2.1.8 Influência da Psicologia e Biologia Humana em IA

Os neurônios eletrônicos de McCulloch e Pitts, utilizados hoje para construção de redes neuronais, são baseados no funcionamento de neurônios reais do nosso cérebro, utilizando técnicas de busca implementadas por algoritmos.

Existem também muitas pesquisas sobre psicologia cognitiva, de autores como Koffka, Skinner (1990) e Teixeira (1998) dentre outros, que é baseada na utilização de conhecimento ou informação que a mente é capaz de armazenar e processar de modo a tomar decisões, solucionar problemas, concluir e fazer associações lógicas, tais como outros atos inteligentes.

Esta linha de pesquisa é oposta ao “Behaviorismo” que foi aceito largamente nos primórdios do século XX. O behaviorismo acredita que o comportamento é baseado simplesmente por estímulo, descartando qualquer conhecimento ou informação presente no cérebro. Este tipo de psicologia foi demonstrado por Pavlov em cães.

A psicologia é sem dúvida nenhuma uma área utilíssima como ferramenta de pesquisa e entendimento sobre a IA, e a definição de “inteligência” continua sendo de difícil resposta. Contudo a psicologia fornece uma fonte muito vasta de idéias que contribui grandemente para novas formulações e questionamentos sobre a IA.

2.1.9 Programação em Linguagens dedicadas a IA

Os sistemas de IA utilizam uma gama de linguagens dedicadas a IA no que toca sua construção. Os pesquisadores desta área têm muita experiência em dois tipos de linguagens que são largamente utilizada em IA, o Java e o C++. Existem também outros dois tipos de linguagens em IA muito utilizadas em projetos, chamadas de PROLOG e LISP, o qual há uma vasta oferta de informações sobre as mesmas, estando disponíveis em livros e sites de internet.

2.1.9.1 Sobre a programação de PROLOG

É uma linguagem cujo caráter tem fim de construir uma base dados. Seu nome na realidade é uma abreviatura, significando PROgramming in LOGic. Esta base de dados é baseada em “fatos e regras”, obtendo do sistema soluções a questões pelo

processo de dedução lógica, utilizando fatos e regras contidos na sua base de dados.

De acordo com Russel & Norvig (2004), O grande crescimento dos sistemas de resolução de problemas reais causou um aumento na demanda de esquemas de representação do conhecimento. Foram desenvolvidas diversas linguagens para representação de raciocínio, como por exemplo, a linguagem *Prolog* muito popular na Europa, e a família PLANNER nos Estados Unidos.

Abaixo temos um exemplo do aspecto da introdução de fatos na base de dados em PROLOG:

nutritivo(omelete).

feito_de(omelete. ovos).

contem(ovos, proteína).

Em português poderíamos expressar as sentenças da seguinte forma:

“Omelete é nutritivo”.

“Omelete é feito de ovos”.

“Ovos contém proteína”.

Também podemos especificar regras em PROLOG, como no próximo exemplo:

Contem (X, Y) :-feito_de (X, Y), contem (Z, Y).

A regra esta dividida em 2 partes, separadas pelo símbolo “ :- ”, ficando assim:

B: -A

Ou seja, “A implica B” ou “A é verdadeiro, então B é verdadeiro”.

Traduzindo em bom português ficaria:

“Se X é feito de Z e Z contém Y então X contém Y”.

Seria também possível que o sistema nomeasse tudo que contém proteína:

?- contém(X, proteína)

O sistema se valerá das regras e fatos para solucionar que ovos e omelete, contém proteína e assim concluir:

X=ovos.

X=omelete.

Deste simples exemplo, podemos ter idéia de como o PROLOG funciona simulando um sistema pensante em IA.

2.1.9.2 Sobre a programação em LISP

Sua abreviatura significa “ *LIS*t *Program*ming ” e é uma linguagem que trabalha com listas de dados lembrando as linguagens C++ e JAVA que possuem aspectos de programação imperativa. Uma lista em LISP é ordenada por parênteses:

(ABC)

A linguagem LISP pode usar listas para representar dados ou programas. Esta filosofia permite tratar também programas em LISP como se fossem dados, permitindo que à medida que ocorre o amadurecimento do software no seu uso, o programador pode aperfeiçoá-lo, escrevendo programas automodificáveis.

A linguagem LISP possui uma representação lingüística bem mais complexa que PROLOG e, assim não revelaremos detalhes de sua sintaxe aqui. Podemos dizer

que ela fornece mecanismos típicos de outras linguagens de programação como “atribuições, laços, avaliação de funções e controle condicional (if, then)”.

3 USO E LIMITAÇÕES EM IA

3.1 INTRODUÇÃO

“[...] e, se clamares por entendimento, e por inteligência alçares tua voz, se como a prata a buscares e como a tesouros escondidos a procurares, então, entenderás o temor do Senhor e acharás o conhecimento de Deus” (BIBLIA, Livro de Provérbios, cap2, ver3 a 5).

Nos primórdios históricos da IA, uma onda de otimismo povoava a comunidade científica da época, mas que hoje fora substituído por doses de realismo e zelo ao se afirmar da possibilidade de uma máquina vir a ter estados mentais, tal como os humanos.

Segundo Gevarter (1984), há aproximadamente 50 anos, dez cientistas pensavam que o computador seria capaz de fazer todo o trabalho para os homens, e que estes ficariam apenas envolvidos com atividades recreativas. Este pensamento assumia que o comportamento inteligente era baseado primariamente em técnicas de raciocínio insignificantes e que pessoas inteligentes poderiam facilmente imaginar técnicas para produzir programas inteligentes para computadores.

Então paira no ar a seguinte pergunta:

Até que ponto a comunidade científica e todo seletor meio acadêmico de pesquisadores de IA tem tido sucesso com os objetivos outrora tidos como possíveis a décadas atrás?

3.2 UMA ODISSÉIA DE FANTASIA SIMULANDO A REALIDADE

O filme “2001: Uma Odisseia no Espaço”, baseada na história de Arthur C. Clarke, tinha como principal personagem “Hal – (Heuristically programmed Algorithmic)”, um

computador algorítmico dotado de programação heurística. Um algoritmo de aproximação é considerado heurístico, ou seja, faz uso de informação e intuição a respeito da instância do problema e da sua estrutura para resolvê-lo de forma rápida.

O comportamento de HAL é similar ao de um humano, onde ele joga xadrez, conversa, faz leitura labial e, tem varias interações como um humano teria a não ser pelo detalhe dele não possuir um corpo físico. A teoria da IA artificial neste filme é conduzida aos extremos, onde no apogeu do filme, o computador HAL “enlouquece”.

O jogo de xadrez parece ser um objeto de exposição de IA considerado por muitos acadêmicos, pois foi criado em 1997 um computador chamado “Deep Blue” que ganhou o campeão mundial de xadrez Gary Kasparov. Ainda sim, esta vitoria não representou o fim da supremacia humana no xadrez, visto que tal feito não tornou a se repetir.

Deep Blue, em um primeiro machinekind, ganhou o primeiro jogo da partida de 1996. No entanto, Kasparov encontrou rapidamente as fraquezas da máquina e empatou dois e venceu três dos jogos restantes (MORAVEC, 1997).

Os computadores que tem a habilidade de jogar xadrez são hábeis o bastante para ganhar a maioria dos jogadores humanos, mas a previsão acadêmica de que tais computadores seriam superiores aos melhores jogadores humanos caiu por terra. Existe um jogo chamado “Go” que os melhores computadores do mundo são capazes de jogar apenas o nível de um bom jogador humano da classe amadora. Isto ocorre devido a complexidade do jogo onde as melhores heurísticas e técnicas de IA não são capazes de prever e imitar a competência dos melhores jogadores humanos.

Quanto a capacidade de entendimento da palavra falada, por leitura labial, podemos afirmar que é uma habilidade presente em poucas pessoas. A combinação de problemas complexos de se interpretar visualmente sons a partir do formato dos lábios não seria impossível de ser implementada a partir de uma rede neuronal treinada para solucionar tal problema. A outra solução a ser dada na leitura labial pelo sistema computacional é juntar sons detectados para formar palavras. Isto não

seria impossível de se fazer bastando o sistema ter acesso a um banco de dados dotado de um grande dicionário. Por último, o sistema computacional deve ter a habilidade implementada de compreender as palavras de igual forma se ele tiver de ouvir palavras faladas.

Assim como HAL era um sistema computadorizado dotado de IA forte com competência cognitiva para se comunicar e ter reações de um jeito tão humano, a fantasia sobre IA continua sendo alimentada por Hollywood no filme de Steven Spielberg, “IA: Inteligência Artificial”, que narra a trama de um casal que ao ter seu filho perdido, compra um menino robô. O público é simpático a figura do menino e da trama que sugere que o menino é tão ou mais inteligente que um humano. Para a comunidade científica este filme é um ótimo exemplo da teoria de IA forte. Entretanto, até para os mais otimistas e defensores desta teoria concordam no ponto que é improvável tal estado ser atingido no próximo século.

3.3 NA SALA CHINESA

Um experimento contestativo sobre IA forte foi desenvolvido por John Searle, filósofo norte-americano. Sua contestação se baseia em objeções filosóficas contra a teoria que um computador dotado de habilidades comportamentais que expressem suficiente inteligência possa de fato ser considerado inteligente e, detentor de consciência ou estados mentais semelhante a um humano.

Existem estruturas de dados chamadas de “ Roteiros ”, que capacita um sistema a receber uma história (exemplo de um homem que janta em um restaurante) e que soluciona questões sobre a história, envolvendo pequenos detalhes. Os defensores de IA forte alegam que sistemas que tem tal habilidade de interpretação são sistemas inteligentes.

O problema da Sala Chinesa é descrito da seguinte forma:

Um humano que fala inglês está dentro de uma sala, conhecendo este apenas o idioma inglês e nenhum outro mais. Tampouco tem a habilidade de ler ou compreender em chinês.

Dentro da sala, além do humano, existe um conjunto de cartas onde estão impressos os símbolos chineses e um conjunto de instruções em inglês.

Então, por um compartimento um questionador passa uma história em chinês e um conjunto de perguntas sobre a história. Assim sendo, o humano de posse das cartas simbólicas e instruções em inglês é capaz de responder as perguntas e devolvê-las por este mesmo compartimento ao questionador.

Conclui-se que se o sistema tiver sido ajustado de forma adequada, as repostas dadas ao questionador fariam ele acreditar que a sala ou a pessoa que está na sala de fato compreendeu a história, as perguntas e as soluções dadas.

Searle então propõe seu argumento. O indivíduo na sala nada sabe de chinês. As cartas simbólicas não entendem chinês. A sala tampouco compreende chinês, apesar do sistema como um todo, ou em parte, parecer compreender o chinês.

De acordo Russel & Norvig (2004), o último experimento e o mais famoso entre eles, é o do quarto chinês desenvolvido inteiramente por John Searle, ele descreve um sistema que passa pelo Teste de Turing, porém esclarece que o programa não compreende suas entradas e saídas, concluindo que a execução de um programa apropriado não é suficiente para ser uma mente.

A conclusão é que um sistema computacional por mais eficiente que seja, a ponto de expressar um comportamento inteligente, não necessariamente compreende, está consciente ou detém inteligência de fato.

Existem muitas objeções ao argumento da Sala Chinesa proposto por Searle e, um deles é a dos Sistemas (the Systems Reply), defendendo que embora o humano não saiba nada de chinês, a sala em si o compreende, ou seja, a combinação da sala e do humano, das cartas com os símbolos chineses e as instruções recria um ambiente capaz de entender a história chinesa.

Existem varias outras objeções a IA forte e, dentre elas o “Problema da Parada” e a teoria da incompletude de Gödel que afirma que há funções que um computador não pode ser programado para processar e, resultando em impossibilidade de se programar um computador para executar todas as computações necessárias para representar a verdadeira consciência.

Contra-argumentando os defensores de IA forte defendem que o cérebro também é um computador em potencial dotado de inteligência e ainda sim sujeito ao “Problema da Parada”.

O “Problema da Parada” é um problema de decisão que pode ser exposto de forma simplificada como segue abaixo:

É dada uma descrição de um programa e uma entrada finita, então se decida se o programa finalizará seu processamento ou processará indefinidamente, por conta desta entrada.

Foi provado por Alan Turing em 1936 que um algoritmo genérico para solucionar o problema da parada para todos pares programa-entrada possíveis não existe. Concluimos que o problema da parada é indecidível nas Máquinas de Turing.

Com relação a comparação do cérebro humano ao computador, interessante pode-se basear a idéia das redes neuronais que combina a capacidade de neurônios eletrônicos para solucionar problemas complexos como por exemplo, o reconhecimento de faces. Algumas máquinas fotográficas digitais têm este recurso.

Estes sucessos são bases de argumentação dos defensores de IA que sonham em produzir um ser humano eletrônico, enquanto que os que se opõem afirmam que isto não passa de um caminho apenas, para resolução de um limitado nicho de problemas.

3.4 A INTERAÇÃO DE IA COM O SÉCULO XXI

A IA hoje está presente em todo o lugar. A técnica de “Lógica Nebulosa” ou lógica difusa ou lógica fuzzy, derivada da lógica booleana, permitindo valores lógicos intermediários entre o FALSO (0) e o VERDADEIRO (1); por exemplo o valor médio 'TALVEZ' (0,5), é muito usada em edifícios inteligentes presentes em varias capitais do nosso país e no mundo, maquinas de lavar em que se aperta um simples botão e ela automaticamente faz todo o serviço de enxaguar, lavar e torcer, em carros que possuem computador de bordo que é capaz de ajudar ao motorista na hora de estacionar e na elaboração e execução de uma rota da casa para o trabalho.

Na lógica tradicional os conjuntos são precisos ou o individuo pertence 100% a um grupo ou não pertence. Um grupo de pessoas com menos de 25 anos podem ser considerados participantes do grupo “jovem”, já as pessoas com mais de 25 anos serão considerados participantes do grupo “adulto”, a lógica *fuzzy* ou difusa permite que a pessoa tenha 100% de participação no grupo jovem e 20% no grupo adulto. (ROMERO & LACERDA, JEDI:2003)

Também contamos com “Agentes Inteligentes” que são aqueles que adotam a melhor opção e ação possível diante de um dado problema. Existem agentes hoje, que percorrem a internet e nos ajudam a buscar informações relevantes ao nosso trabalho ou pesquisa. A materialização de tais agentes pode ser traduzida em unidades robotizadas (robôs) que são utilizados para explorar oceanos ou outros mundos, viajando por ambientes impróprios ao homem colhendo dados e produzindo e reportando informações aos seus controladores.

Segundo Silva (2005), a IA em um jogo de RPG é utilizada para controlar inimigos, parceiros e personagens de suporte. Os inimigos seriam considerados os monstros que o jogador encontra pelo caminho ou personagens iguais ao jogador, porém controlados pela IA do jogo. Exige uma tarefa complexa para a construção da IA para os inimigos, eles devem ser autônomos e precisam interagir com o ambiente ao redor deles, precisando de um comportamento reativo, planejamento e senso comum. Para uma demonstração mais fiel eles precisam das mesmas informações sensoriais que o jogador possui. Para se locomoverem pelo ambiente é necessário

de um algoritmo de *pathfinding*, raciocínio espacial e raciocínio temporal, podendo ter agentes que se adaptam a novos ambientes ou as estratégias do jogador, chegando a aprender.

Na área do entretenimento, existe o sonho de se construir um robô familiar que faça as compras de casa, que brinque com as crianças, etc. O cão robô AIBO produzido pela Sony, gigante multinacional japonesa, e outros “brinquedos” de mesma linha refletem a busca e o esforço pela consolidação deste sonho.

Um agente é todo aquele que consegue interagir com o ambiente a sua volta por meio de sensores e atuadores. O Agente humano tem olhos, ouvidos como sensores e mãos, pernas e boca como atuadores, já um agente robótico teria câmera e detectores da faixa infravermelho. Todo agente pode perceber as próprias ações, porém as conseqüências de suas ações não (RUSSEL & NORVIG, 2004).

Na área dos jogos computacionais, a IA tem oferecido num grau cada vez maior o realismo das ações, aliados aos poderosos gráficos e definições em tela de TV ou computador, criando cenários e situações que encantam crianças, jovens e adultos. Existe um jogo chamado “Republica: A Revolução”, lançado em 2003, que continha um milhão de células de IA individuais, cada uma capaz de interagir com o mundo e com o jogador, assim como flexibilidade de ser manipulada pelo jogador.

Segundo Turban (1995), atualmente, tem sido crescente o interesse pela interdisciplinaridade em aplicações de Inteligência Artificial (IA). Periódicos, livros, artigos e conferências tem surgido em grande número, além de aplicações comerciais projetadas para alcançar milhões de dólares até o ano 2000.

Na medicina podemos citar, sistemas de IA que auxiliam os médicos a descobrir e diagnosticar com maior precisão os sintomas de uma doença, capazes de prescrever inclusive os melhores tratamentos.

Fabricas se valem das facilidades de IA para escalonarem maquinas, fazendo assim rodízio entre elas maximizando produção e minimizando despesas com manutenções por uso excessivo do equipamento.

Assim, vemos a IA cada vez mais predominante na nossa sociedade. Não sabemos se ela irá evoluir ao ponto de alcançar sistemas realmente inteligentes, entretanto o fato é que a cada dia que se passa experimentaremos sistemas mais prontos a solucionar problemas e a esboçar um grau cada vez mais crescente de inteligência.

4.REPRESENTANDO O CONHECIMENTO

4.1 INTRODUÇÃO

Um sério problema para o computador é a representação. Para que ele possa solucionar problemas do mundo real, ele tem de ser capaz de representar este mundo internamente. Feito isto, o sistema computacional será capaz de traduzir problemas do mundo real exterior, através de um meio representativo, reproduzindo este mundo internamente e sendo capaz de oferecer soluções a problemas propostos.

A maioria dos especialistas concordam que a IA está baseada em duas idéias básicas: primeiro envolve o estudo do processo do pensamento humano (para entender o que é inteligência); segundo, trata com a representação destes processos via máquina (computador, robôs,etc.) (TURBAN, 1995).

4.2 UMA BOA REPRESENTAÇÃO É FUNDAMENTAL

Conforme Fischler & Firschein (1987), conhecimento pode ser definido como a informação armazenada, ou os modelos usados pela pessoa ou máquina para interpretar, predizer e responder apropriadamente ao mundo exterior.

A melhor forma com que o computador tratará um problema será através da de uma boa representação interna do mesmo. Para tanto ele terá de ter um algoritmo bem construído e eficiente, que trabalhe com as variáveis e os operadores para a solução do problema.

Tomemos por exemplo um caso de uma lente de contato que caiu num amplo de futebol. Você pode utilizar algum conhecimento do lugar por onde passou para iniciar sua busca. Procurando a lente de contato da metade do campo e gastando tempo na busca, assim não precisará gastar tempo na outra metade do campo.

Suponha que você tem a mão um computador procurando a lente para você e que este tenha acesso a um oráculo onisciente que pode responder suas perguntas e pode te dar a localização precisa da lente de contato perdida.

Escolhemos então uma representação para que o computador, o qual ele usará para fazer perguntas corretas.

Uma representação possível seria o computador dividir o campo em 4 quadros iguais e questionar ao oráculo se a lente está naquele quadrado. Isto identificará em que quadrado está, reduzindo a área de busca, mais ainda há uma área considerável de busca para se rastrear.

Uma segunda representação seria dividir o campo em grades, contendo nestas cada átomo do campo. Para cada átomo o computador perguntaria ao oráculo se a lente estaria em contato com aquele átomo.

A resposta neste ultimo caso seria tremendamente precisa, mas levaria muito tempo em ser respondida, mesmo que estivéssemos perguntando a um supercomputador.

Uma terceira representação seria dividir o campo em grades de um centímetro quadrado e eliminar todos os quadrados distantes de você no momento que você perdeu a lente. Esta representação seria muito mais enxuta e mais eficiente, conduzindo a uma solução mais rápida.

Em todos os exemplos citados acima de representação, a única coisa que realmente muda na busca da lente de contato é a superfície granular, ou seja, a divisão da área de busca. A eficiência se deu na associação da área de busca versus o tempo de resposta.

Concluimos que ao aplicar técnicas de IA, o computador obteve uma representação eficiente, útil e significativa, ou seja, a representação foi bem representada de forma que o computador não gastou tempo em computações desnecessárias, além de apresentar uma solução viável ao problema.

“[...] representação do conhecimento, representado hoje o principal gargalo para o desenvolvimento de sistemas especialistas” (FERNANDES, 2005)

Agora analisaremos diversas representações de busca e suas estruturas, com o intuito de tornar claro e evidente alguns dos recursos disponibilizados para se implementar IA pela representação do conhecimento.

4.3 REPRESENTANDO ATRAVÉS DE REDES SEMÂNTICAS

Ela é muito utilizada para resolução de problemas em IA. Ela se traduz em um “grafo” constituídos de “vértices” que são conectados por “arestas”. Os vértices representam objetos e as ligações entre vértices representam relacionamentos entre os objetos. As ligações são nomeadas para se identificar o tipo de relacionamento.

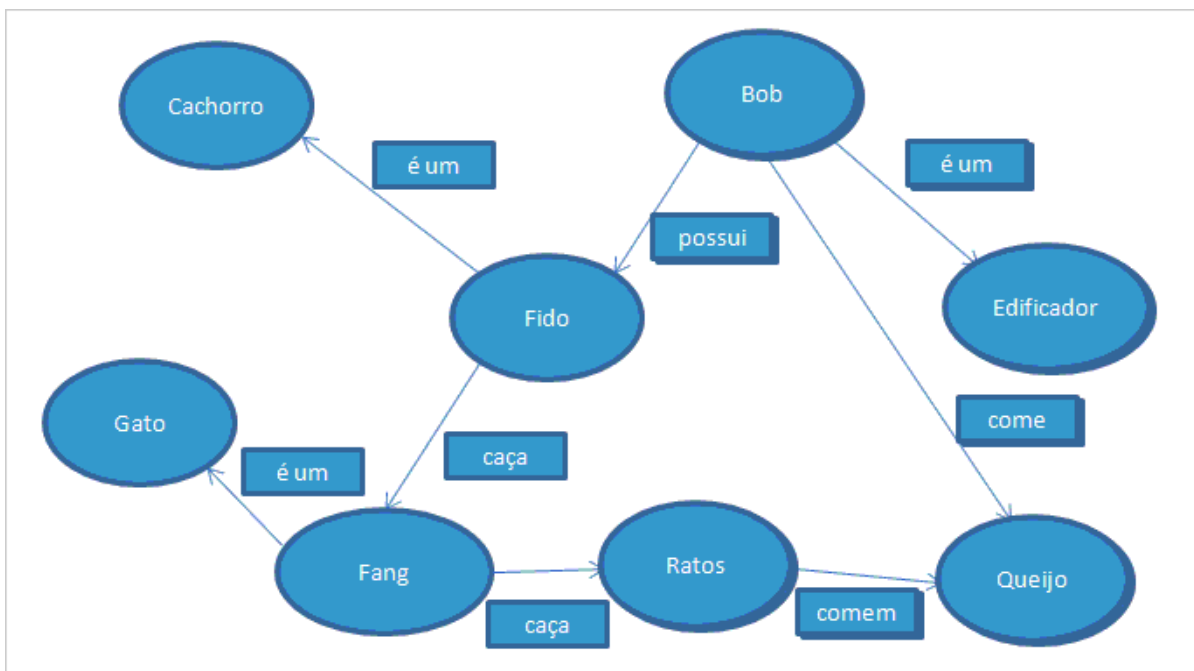


Figura 2 – Rede semântica simples
Fonte: WINSTON (1993)

Esteja atento ao sentido da seta, pois seu sentido afeta sua interpretação. No diagrama FIDO caça FANG e não FANG caça FIDO (seria um erro de representação). Redes Semânticas fornecem meios intuitivos para representar conhecimento sobre os objetos e os relacionamentos firmados entre eles.

As redes Semânticas têm limitações representativas como a incapacidade de solucionar problemas contendo negações: “FIDO não é um gato”. Este tipo de problema pode ser resolvido pela lógica de predicados e também por sistemas baseados em regras.

No exemplo de rede semântica acima temos representados alguns indivíduos , tais como BOB, FANG e FIDO, além da representação de algumas classes gerais de coisas como gatos e cachorros. Os objetos específicos normalmente são chamados de INSTANCIAS de uma CLASSE particular. FIDO é uma instancia da classe cachorro. BOB é uma instancia da classe construtor.

Um exemplo prático de rede semântica é uma arvore genealógica que revela pessoas e seus relacionamentos familiares, inclusive por casamento.

4.4 REPRESENTANDO ATRAVÉS DE HERANÇAS

Ela é relacionamento muito utilizada em IA no que tange a programação, pois é altamente intuitiva.

Se afirmarmos que todos os mamíferos dão a luz a bebês vivos e também afirmarmos que todos os cachorros são mamíferos e que Fido é um cachorro, podemos intuir que Fido dá a luz a mamíferos vivos. Certamente não foi considerado que Fido é macho ou fêmea, sendo muito nova ou velha para dar a luz.

Assim sendo, a herança nos permite especificar as propriedades de uma SUPERCLASSE e, definir uma SUBCLASSE que herda propriedades de superclasse . Então cachorro é uma subclasse de mamíferos e superclasse de Fido.

Linguagens orientadas a objetos como Java e C++ utilizam muito o conceito de herança.

A herança consegue lidar com exceções nas classes de objetos, tais como, “Animais machos não dão a luz” ou “Cadelas com menos de 6 meses não dão a luz”. A herança pode estabelecer um valor padrão (DEFAULT) sobrescrito na subclasse.

4.5 REPRESENTANDO ATRAVÉS DE QUADROS

Ela é relacionamento baseado em redes semânticas e que permite expressar a idéia de herança.

Um sistema de quadros ou “*frames*” é formado por um conjunto de quadros ou vértices que são interligados por relações. Cada quadro representa uma instancia ou uma classe.

A idéia de redes semânticas surgiu para representar relações entre os objetos da área de estudo. Mas quando expandimos os objetos neste modelo de representação torna-se útil atribuir mais estruturas aos nodos, bem como às ligações entre eles. Embora não haja distinção clara entre uma rede semântica e um frames (quadros), quanto mais estrutura o modelo tiver, mais possibilidade o modelo terá de ser chamado de frames. O termo frame foi introduzido por Marvin Minsky, em 1975, através do seu artigo Framework to Represent Knowledge, no entanto o artigo não propõe nenhuma metodologia de implementação, nem uma definição formal (UFRGS, 2010)

Somente como nota de esclarecimento, quando falamos que instancias são OBJETOS, queremos dizer sobre objetos que podem ser palpáveis ou não (pode ser uma propriedade, ou lugar, um sentimento, etc). Java e C++ são linguagens orientadas a objeto e quadros também são representações orientada a objeto, podendo ser utilizados na construção de sistemas especializados.

Os quadros são formados de “compartimentos” aos quais são atribuídos “valores de compartimento”. Cada relacionamento é expresso por um valor contido em um compartimento.

“O homem não analisa novas situações a partir do zero e não cria novas estruturas de conhecimento para uma nova descrição. Ao invés disso, ele dispõe de um conjunto extenso de estruturas, representando suas experiências anteriores com

objetos, situações e pessoas. Assim, na análise de uma nova experiência ele tenta selecionar na memória uma dessas estruturas previamente armazenadas ("um frame")" (RICH, 1988).

A rede semântica anterior ficaria desta forma representada em forma de quadros:

NOME DO QUADRO	COMPARTILHAMENTO	VALOR DO COMPARTIMENTO
Bob	é um	Construtor
	possui	Fido
	come	Queijo
Fido	é um	Cachorro
	caça	Fang
Fang	é um	Gato
	caça	Rato
Ratos	come	Queijo
Queijo		
Construtor		
Cachorro		
Gato		

Figura 3 – Diagramática utilizando representações como as mostradas na figura 4.
Fonte: WINSTON (1993)

Em seguida temos a representação do sistema de quadros em forma diagramática:

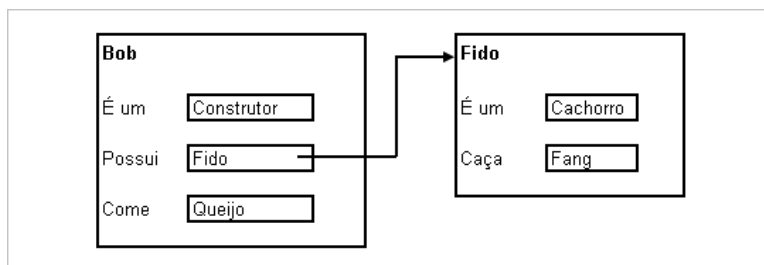


Figura 4– Representação parcial de um sistema de quadros para rede semântica exibida na figura 2.
Fonte: WINSTON (1993)

Quando dizemos “Fido é um cachorro” queremos afirmar que “Fido é instancia da classe cachorro” ou “Fido é um membro da classe de cachorros”. O relacionamento “é-um” é muito importante na representação baseada em quadros porque ele permite expressar a propriedade de pertinência entre classes. Este relacionamento é chamado de GENERALIZAÇÃO, pois referir a classe de mamíferos é mais geral que referir a classe de cachorros e, referir-se a classe de cachorros é mais geral que referir a Fido.

Existe o relacionamento de AGREGAÇÃO também que é estabelecido quando dizemos que Fido tem uma cauda e, assim a cauda é parte de Fido.

Outro relacionamento é de ASSOCIAÇÃO, onde temos o relacionamento “caça”. Fido e Fang são relacionados ou associados entre si. O relacionamento de associação é bidirecional. Se Fido caça Fang, Fang é caçado por Fido. Temos então dois relacionamentos para uma única associação.

4.5.1 O sentido de se usar os Quadros

A principal vantagem no uso de sistemas baseados em quadros para sistemas especialistas, é que toda informação sobre um dado objeto (por exemplo, Fido) é armazenada em um único lugar. Em um sistema baseado em regras, as informações de Fido seriam armazenadas em diversas outras regras. Assim sendo, se Fido muda ou se uma dedução precisa ser feita sobre Fido, tem-se um tempo gasto maior para buscar informações sobre Fido, se comparado a uma busca executada pelo sistema de quadros, sobre Fido, que levaria um tempo muito menor.

Entretanto, se temos um sistema dotado de muitos quadros e estes contenham muitos compartimentos, existindo um numero muito grande de relacionamentos entre quadros, expressando uma situação onde um objeto tenha muitas propriedades e muitos objetos estão relacionados entre si, teríamos então um tempo de busca e resposta maior. Normalmente o sistema de quadros é mais usual, salvo em situações atípicas.

4.5.2 A Herança extendida aos Quadros

No exemplo abaixo, temos a seguinte informação adicional:

Cachorros caçam gatos

Gatos caçam ratos

Quando expressamos estes fragmentos de informação, precisamos estabelecer claramente que Fido caça Fang e que Fang caça ratos. Assim podemos herdar esta informação já que Fido é instância da classe Cachorros e Fang é instância da classe Gatos.

Adicionemos também as seguintes informações:

Mamíferos respiram

Cachorros são mamíferos

Gatos são mamíferos

Criamos então uma SUPERCLASSE nova, mamíferos, onde cachorros e gatos são SUBCLASSES.

Desta forma, não é necessário mais expressar que cachorros e gatos respiram, porque é possível a partir daí herdar esta informação.

4.5.3 Herança Múltipla extendida aos Quadros

A herança múltipla possibilita um quadro herdar propriedades de outros quadros, ou seja, uma classe pode ser subclasse de duas superclasses e um objeto pode ser instancia de mais de uma classe.

Segue um exemplo do que foi dito:

NOME DO QUADRO	COMPARTILHAMENTO	VALOR DO COMPARTIMENTO
Humano	Subclasse	Mamífero
	Número de pernas	dois
Construtor	Constrói	casas
Bob	é um	Humano

Figura 5– Quadro exemplificando herança múltipla.

Fonte: WINSTON (1993)

Então podemos verificar que BOB é humano, além de ser construtor, herdando assim sobre BOB as seguintes informações:

Ele tem duas pernas

Ele constrói casas

4.5.4 Procedimentos

No C++ e no JAVA, as classes e os objetos têm métodos associados a elas. Isto ocorre também com quadros, ao qual chamamos de PROCEDIMENTOS.

Um procedimento é um conjunto de instruções associadas com um quadro que pode ser executada sob demanda.

Exemplificando, um procedimento “leitor de compartimento” recupera valor de um compartimento específico dentro de um quadro. Outro procedimento insere um valor (escritor de compartimento). Outro importante procedimento é o “construtor de instancia”, que cria uma estância de uma classe.

Estes procedimentos são denominados AO-NECESSITAR, pois são chamados quando necessário.

4.5.5 O Procedimento “Gatilho”

O GATILHO é um procedimento que ocorre automaticamente e sempre que um valor específico é alterado ou ocorre.

Alguns gatilhos atuam quando um valor específico é lido, conhecidos como AO-LER. Procedimentos AO-ALTERAR ou também AO-ESCREVER são executados quando um valor de um compartimento é alterado.

4.5.6 Uso conjunto de Quadros e Regras

Outros sistemas utilizam de outras técnicas para a representação do conhecimento, como redes semânticas e *frames*. Pelo fato da base de conhecimento ser separada da máquina de inferência o conhecimento contido na base é fácil de ser modificado. Podendo adicionar regras novas, remover ou modificar as regras antigas (FERNANDES, 2005)

Sistemas especialistas usam constantemente esta associação, com o acréscimo de cláusulas de CASAMENTO PADRÃO, que são utilizadas para identificar valores que atendam a um conjunto de condições a partir de todos os quadros do sistema.

Um sistema baseado em quadros, utilizara regras para derivar conclusões e, nos casos que não for possível encontrar um valor para um compartimento específico, um procedimento AO-NECESSITAR será executado na determinação do valor para este compartimento. Ainda sim, se nenhum valor for encontrado, então será solicitado ao usuário o fornecimento de um valor.

4.5.7 Sobre a Capacidade Representacional

Tipos de relacionamentos são passíveis de serem descritos usando quadros em “lógica dos predicados de primeira ordem”:

$\forall x \text{ Cachorro} \rightarrow \text{Mamífero}(x)$

A leitura deve ser feita assim : “ Para todo x, se x é um cachorro, então x é um mamífero”.

Em bom português seria: “Todos os cachorros são mamíferos”.

Podemos ainda expressar este relacionamento introduzindo um novo símbolo que traduza de forma mais clara a idéia de herança:

subconjunto.

Cachorro \longrightarrow mamífero

Quase tudo que possa ser expresso por quadros, pode ser expresso por lógica de predicados de primeira ordem (LPPO). O mesmo não vale em ordem inversa. Não é fácil representar a negação “Fido não é um gato” ou quantificação “ Há um gato que tem apenas três pernas”.

A permissão as exceções sobrescrever valores-padrão em compartimentos significa que a representação baseada em quadros é “não monotônica”, ou seja, conclusões podem ser modificadas pela introdução de novos fatos ao sistema.

Os seres humanos têm uma pequena capacidade de manter o caminho quando ocorrem mudanças nas informações. Quando alguma coisa muda, é possível se ajustar facilmente outros eventos dependentes. Este tipo de raciocínio é conhecido como raciocínio não-monotônico (DURKIN, 1994).

4.6 PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETO (POO)

As linguagens d C++ e JAVA usam POO. A sintaxe de ambas é muito parecida para definir classes e objetos que são instanciações destas classes.

Uma exemplo típico de definição de classe nestas linguagens segue abaixo:

Class animal

```
{  
    Animal ();  
    Olho *olhos;  
    Perna *pernas;  
    Cabeça cabeça;  
    Cauda cauda;  
}
```

O script acima define uma classe chamada “animal”, com alguns campos que são as varias partes do corpo. Tem também um CONSTRUTOR, uma função que é

chamada no momento que uma instanciação da classe é acionada. Classes podem ter outras funções similares aos procedimentos vistos anteriormente.

No próximo script vemos a criação de uma instancia da classe animal:

```
Animal um_animal = new animal ();
```

Conforme descrito acima, foi criado uma instância da classe animal. A instância, que é um objeto, é chamada "um animal". Ao criá-la, o construtor animal () é acionado.

Podemos também criar uma subclasse de animal:

```
Class cachorro : animal  
{  
    Late ( ) ;  
}
```

Acima foi criada uma subclasse de animal chamada cachorro. Então cachorro herdará todas as propriedades de animal e também possuirá uma nova função late ().

Algumas linguagens de POO é possível usar herança múltipla. O caso do Java, mesmo tendo herdado muitas características do C++ não permite herança múltipla. Isto foi feito propositalmente porque os desenvolvedores Java criam que a herança múltipla era uma IDEIA NÃO PURA – criando estruturas orientadas a objeto desnecessariamente, levando em consideração que os mesmos resultados poderiam ser obtidos através do emprego de herança simples.

Inicialmente, herança é um conceito da orientação à objetos onde, uma determinada classe herda características (no caso das classes - propriedades ou atributos e métodos ou funções) de uma outra "super" classe. A relação de herança pode ser lida da seguinte forma: "a classe que herda É UM TIPO DA super classe (classe herdada)"(DEVMEDIA, 2010).

Outra linguagem de POO também pode ser citada, como a APL2, da IBM, que usa estrutura baseada em quadros, embora não tão explorada como as demais.

4.7 ESPAÇOS DE BUSCA

Um espaço de busca é uma representação de um conjunto de possíveis escolhas para a solução de um problema.

A localização de uma palavra em um dicionário de 1000 páginas, será norteada por um espaço de busca em cada uma das 1000 páginas. A página buscada onde se encontra a palavra, que é o objeto da busca, é denominada alvo.

A seguir um exemplo de um diagrama de espaço de busca:

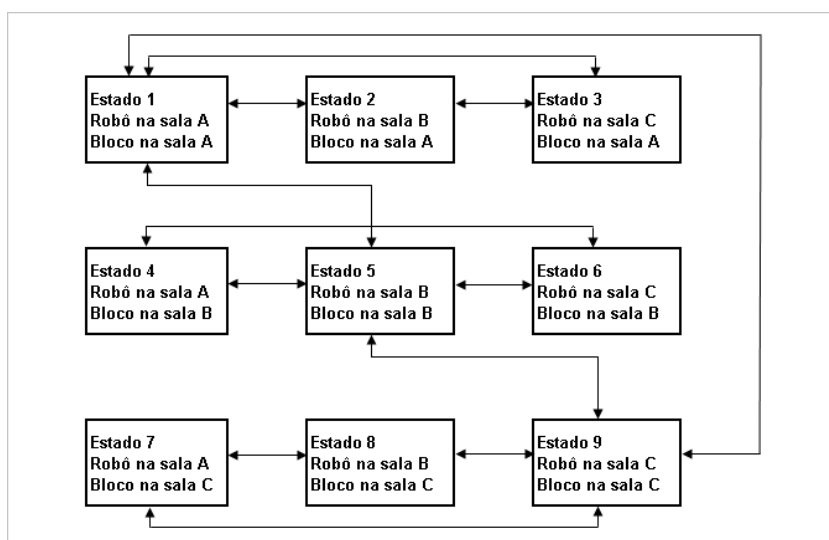


Figura 7 – Diagrama simples de espaço de estados.
Fonte: WINSTON (1993)

Os procedimentos de busca tem a missão de identificar um ou mais alvos. Identificando estes alvos e seus caminhos, escolher-se-á o caminho mais curto (de menor custo).

Os espaços de busca também são chamados de “espaços de estados” e representam estados lógicos contidos em um conjunto solução.

A figura acima revela um diagrama de estados muito simples para um robô que vive em um ambiente com 3 salas (salas A, B,C) e um bloco que pode ser movimentado de uma sala para outra. Cada estado representa um arranjo do robô e do bloco. O

diagrama não dá detalhes de como o robô se move ou como o bloco é movido. Este exemplo representa que o robô pode realizar muitas ações.

Para que o robô passe de um estado para o outro ele tem de utilizar um processo chamado “planejamento”. O processo de planejamento é uma área de IA que pesquisa a deliberação computacional, que visa organizar ações, antecipar resultados esperados, buscando alcançar da melhor forma possível objetivos pré-definidos.

4.8 SOBRE ÁRVORES SEMÂNTICAS

A árvore semântica simula uma rede semântica, possuindo as seguintes propriedades:

A) Cada nó, exceto o nó raiz, possui predecessor (pai) e um ou mais sucessores (filhos). Na árvore semântica a seguir vemos que o nó A é predecessor do nó B. O nó A conecta-se por uma aresta ao nó B e vem antes dele na árvore. Os sucessores do nó B, são D e E, conectam-se diretamente ao nó B, por uma aresta cada e estão depois dele na árvore. Assim podemos escrever:

$$\text{Suc (B) = D e pred (B) = A}$$

O teor não simétrico deste relacionamento expressa que uma árvore semântica é um “grafo orientado”, com diferença clara de A para B, segundo ordenação hierárquica expressa por suas arestas.

B) O nó que não possui predecessor é chamado nó raiz. Devido a representação típica da busca ser iniciada por um ponto de partida, no caso do nó raiz, que representa o ponto inicial do problema.

C) Alguns nós não tem sucessores. Estes são chamados de folhas e, representam o alvo, que quando encontrado resulta em uma busca bem sucedida.

D) Exceto as folhas, todos os nós tem um ou mais sucessores. Exceto a raiz, todos os nós têm exatamente um predecessor (pai).

E) Um ancestral de um nó é um nó acima dele em algum caminho da árvore. Já o descendente vem após de um dado nó.

Um caminho nada mais é do que uma rota semântica. Um caminho que parte da raiz e chega no alvo é chamado de “caminho completo”. Um caminho que parta da raiz e chega até uma folha que não é o alvo é chamado de “caminho parcial”.

Na comparação de redes semânticas e árvores semânticas, fica claro que as redes semânticas podem conter ciclos, mas as árvores não. Na rede semântica o caminho A, B, C, D, A é um ciclo.

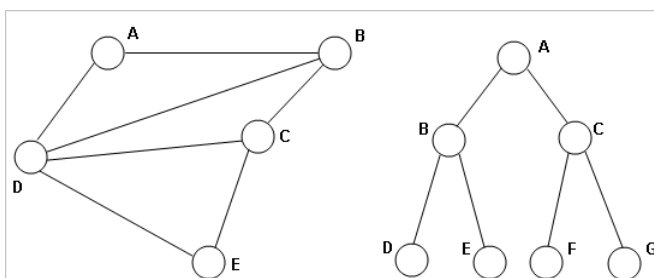


Figura 8 – Uma rede semântica e uma árvore semântica.
Fonte: WINSTON (1993)

Na rede semântica chamamos de “ramo” uma aresta que conecta dois nós. Se um nó tiver vários sucessores dizemos que ele tem “fator de ramificação”.

4.9 SOBRE ÁRVORES DE BUSCA (AB)

A busca em rede semânticas representa fazer travessias sistematizadas na rede, vasculhando os nós em busca do alvo.

Iniciar uma busca por um caminho cíclico (ABCDA) seria uma perda de tempo. Assim a “árvore de busca” é empregada para facilitar o processo para encontrar o alvo, mostrando cada nó da árvore, representando a partir daí um caminho a ser

seguido, com sucessivas camadas na árvore representando caminhos cada vez mais longos. Observe que cada nó na árvore tem uma letra rotulando-a, que representa o caminhão da raiz até aquele nó da rede semântica. Assim Concluimos que buscar um nó nesta árvore é o mesmo que buscar um caminho completo na rede semântica.

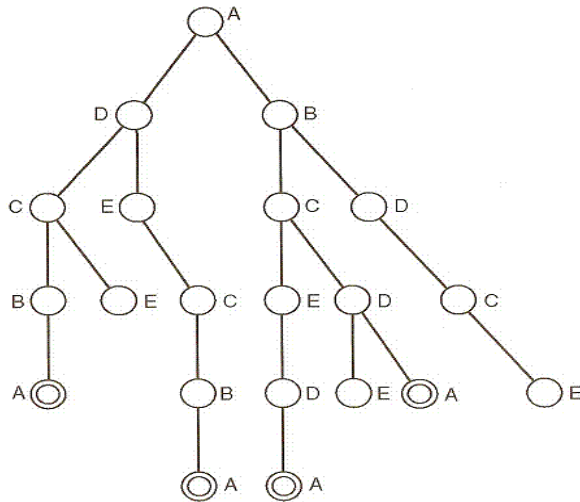


Figura 9 – Uma representação em forma de árvore de busca para rede semântica da figura 7.
Fonte: LUGER (2002)

4.9.1 Aplicando AB na solução do problema: Missionários e Canibais

Este é um problema clássico e muito útil quando se pretende mostrar a aplicabilidade de técnicas de IA:

Temos 3 missionários e 3 canibais no mesmo lado do rio com uma canoa. Todos precisam atravessar o rio e chegar ao outro lado. A capacidade da canoa é de no máximo duas pessoas. O número de canibais não pode ser superior ao de missionários em qualquer lado do rio, pois os canibais comeriam os missionários.

A importância de uma boa representação será fundamental para a solução do problema.

A solução será o reflexo do estado ideal que exatamente três missionários, 3 canibais do mesmo lado do rio, e 1 canoa podendo estar presente em uma margem ou em outra. Desta forma ficaria representado assim:

3, 3, 1 0, 0, 0

Os números representados a direita são os totais de missionários e canibais, além da canoa. Os números representados a esquerda são as quantidades de missionários, canibais e canoa ali ainda presentes (0,0,0 – ou seja, nenhum).

O alvo é encontrar o estado 3,3,1 partindo do estado inicial que é 0,0,0.

Um estado que deve ser evitado, por exemplo é o 1,2,1 que representa um missionário, 2 canibais e uma canoa. Este estado não serve como solução, pois o missionário estará numericamente em desvantagem e será devorado pelos canibais. Assim, aplicamos operadores para mudarmos os estados e assim galgarmos nosso objetivo, que é chegar ao alvo (solução do problema).

1. Conduzir um canibal ao outro lado do rio
2. Conduzir dois canibais ao outro lado do rio
3. Conduzir um missionário ao outro lado do rio
4. Conduzir dois missionários ao outro lado do rio
5. Conduzir um canibal e um missionário para o outro lado do rio

Aplicando o operador 5 ao estado representado por 1,1,0 teríamos um estado resultante 2,2,1. Conduzimos então um missionário e um canibal e a canoa ao outro lado do rio. Aplicando agora o operador 3 a este estado teríamos um estado ilegal: 1,2,0 (missionário devorado).

Então, na prática verificamos que existem RESTRIÇÕES, que nada mais são que regras que limitam ou inviabilizam a solução do problema.

Se nossa representação for correta, as restrições serão embutidas, ou seja, não precisaremos verificar estados ilegais.

A implementação de um teste para verificar se o estado alvo (3,3,1) foi atingido se faz necessária.

O caminho completo, que é o que parte da raiz e vai até o alvo, deve ser feito de forma eficaz e com baixo custo, ou seja, empregando a menor quantidade de operadores possíveis ou de passos.

A seguir estão representados os três primeiros níveis da árvore de busca, partindo da raiz (0,0,0) com as arestas representando os operadores aplicados.

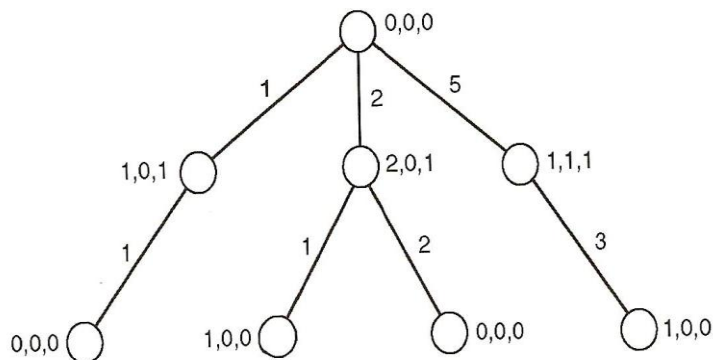


Figura 10 – Árvore de busca parcial para o problema dos Missionários e Canibais.
Fonte: LUGER (2002)

Desta forma, podemos estender ainda mais a árvore, incluindo todos os caminhos possíveis e os estados por eles atingidos para se encontrar a solução (caminho completo – da raiz ao alvo).

A árvore acima representa a presença de um ciclo no espaço de estados.

A aplicação de árvores de busca para representar o espaço de estado significa que a nossa representação não conterá ciclos, ainda sim que siga um caminho cíclico no espaço de estados.

Quando aplicamos o operador 1 (conduzindo o canibal ao outro lado) como ação inicial e, depois aplicando novamente, teremos o retorno ao estado inicial. Este método é válido para resolução do problema, porém de custo elevado, pelas idas e vindas.

4.9.2 Aplicando Melhoria à Representação do problema

Se realmente desejamos uma solução enxuta e econômica, devemos eliminar os ciclos. Verifique que a árvore de busca abaixo apresenta uma extensão da árvore de busca para o problema de missionários e canibais, omitindo ciclos e incluindo os alvos.

Faça uma análise desta árvore e verifique que não há estados repetitivos como a anterior. Por exemplo, a partir do estado 1.0.0 o operador 2 é o único visualizado. Na verdade, os operadores 1 e 3 podem ser aplicados também, conduzindo aos estados 2,0,1 e 1,1,1, de forma respectiva.

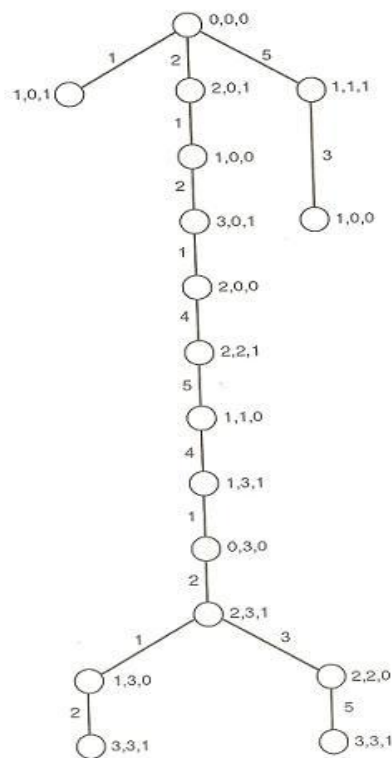


Figura 11 – Árvore de busca sem ciclos

Fonte: LUGER (2002)

Caminhos mais curtos foram considerados mais eficazes, ou seja, se um caminho tem comprimento 2 atingindo um estado específico e um outro caminho de comprimento 3 atinge ao mesmo estado específico, então seria lógico e econômico ao sistema computacional, com boa representação, optar pelo caminho mais curto.

Podemos concluir até aqui que uma representação adequada pode alcançar melhoria e eficiência do método de busca. Pode ser que sua implementação não seja tão fácil como o esperado, envolvendo uma forma de armazenamento em memória dos estados de forma a evitar visitá-los de novo. A relação de uso de memória versus seu baixo tempo de ocupação (uso de seus recursos) pode ser interessante e vantajoso na implementação, principalmente se o espaço de estado sendo explorado tiver muitos estados e ciclos repetitivos.

4.9.3 Aplicando AB na solução do problema: Torre de Hanói

Este é outro problema clássico para as aplicabilidades de técnicas de IA:

Existem três postes e diversos discos de tamanhos distintos. No primeiro poste existem arrumados do disco maior, formando a base até o menor, formando o topo. O objetivo é transportar todos os discos, obedecendo a colocação de discos maiores embaixo e menores por cima, até termos a condição inicial do primeiro poste reproduzida no terceiro poste. A regra é simples: Os discos podem ser transportados um a um, mas os discos maiores não podem sobrepor os discos menores.

De posse destas informações do estado inicial e do alvo a se alcançado, devemos conhecer os operadores:

- 1) Deslocar disco do poste 1 para o poste 2
- 2) Deslocar disco do poste 1 para o poste 3
- 3) Deslocar disco do poste 2 para o poste 1
- 4) Deslocar disco do poste 2 para o poste 3
- 5) Deslocar disco do poste 3 para o poste 1
- 6) Deslocar disco do poste 3 para o poste 2

Poderíamos adequar a representação de cada estado desta forma para trabalharmos a solução. Neste caso podemos utilizar vetores numéricos, onde 1 representa o menor disco e 3 o maior disco. O primeiro vetor irá representar o

primeiro poste e os demais seguem a ordem. Então temos o estado inicial representado assim:

$(1,2,3)()()$

O segundo estado ficaria assim, conforme figura abaixo:

$(2,3)(1)()$

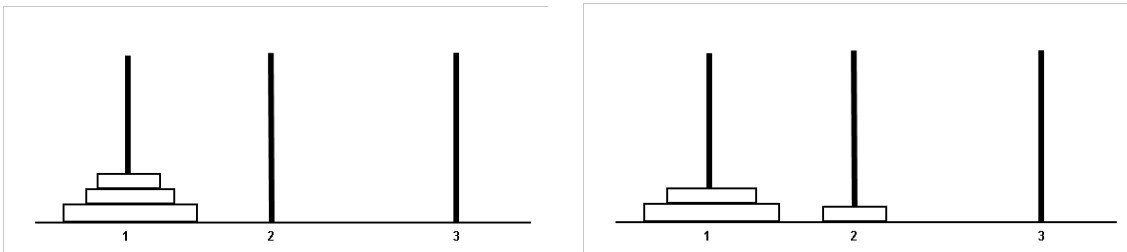


Figura 12 – Dois estados no problema das Torres de Hanói.
Fonte: DROMEY (1992)

Lembrando que o estado objetivo (alvo) é:

$()() (1,2,3)$

Observe a próxima figura:

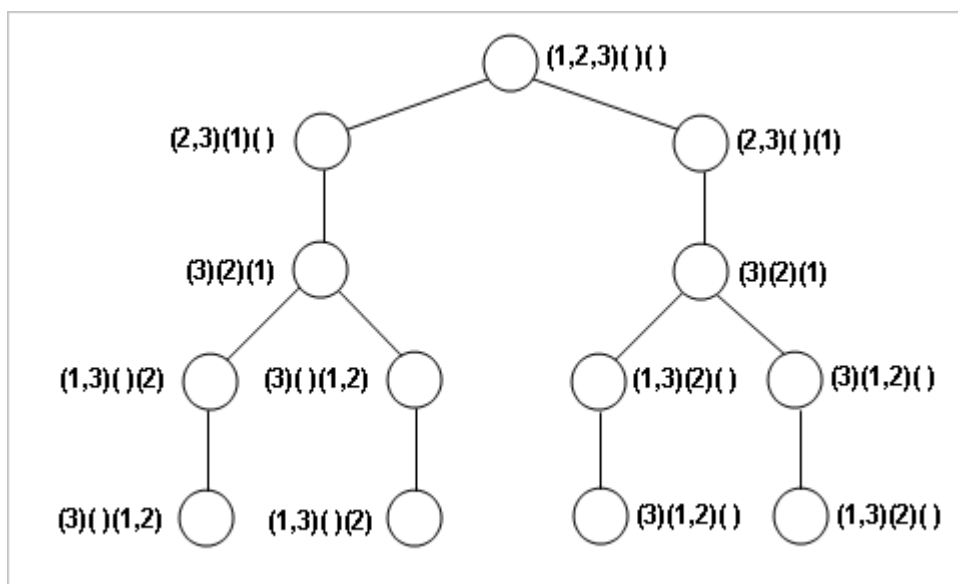


Figura 13 – Os primeiros cinco níveis da árvore de busca para o problema das Torres de Hanói com três discos.
Fonte: DROMEY (1992)

Veja que temos a representação de cinco níveis na árvore de busca para o problema da Torre de Hanói. Neste problema, temos a escolha de inverter a ação anterior, ou seja, se apliquei o operador 1, para sair do estado inicial para os estado (2,3) (1) (), poderemos aplicar o operador 3, que inverterá o movimento e nos levará de volta ao estado inicial. Este comportamento na realidade é um ciclo e por isto esta escolha foi ignorada na representação.

Assim o método de árvore de busca para solucionar o problema da Torre de Hanói encontraria uma solução examinando cada conjunto de ações até encontrar o caminho completo ao alvo.

CONCLUSÃO

Esta obra pesquisou e apresentou fundamentos da IA, descrevendo um breve histórico, apresentando suas utilizações e limitações, conceituando técnicas de Representação do Conhecimento, finalizando com a solução de dois exemplos clássicos de jogos utilizando técnicas de provimento de IA.

Verificou-se que o estudo e a aplicação de técnicas como construção de Redes Semânticas, Quadros, Heranças e Regras fornecem meios para o entendimento da Representação do Conhecimento na IA, podendo ser amplamente explorados para construção de uma boa representação, levando-se em consideração que algumas são mais indicadas do que outras para solução de um mesmo problema, pois alocam menos recursos e tornam a busca da informação mais rápida de ser alcançada. É notório que há limite para a criatividade representacional, dependendo exclusivamente do uso adequado das técnicas pelo desenvolvedor da IA, a solução pode ser dada até mesmo com associações de técnicas representativas, otimizando o processamento da máquina, a fim de fornecer uma resposta adequada e de custo operacional baixo, minimizando a alocação do emprego de recursos.

Foram citados problemas como “Missionários e Canibais” e “Torre de Hanói” que são clássicos da IA e servem como modelo representacional para os “*Dummies*” ou iniciantes em IA. Verificou-se que suas soluções usam técnicas aprimoradas da árvore de busca, oriunda da árvore semântica que trás muitos efeitos cíclicos consigo, o que deve ser evitado para não se perder tempo em vãs repetições representativas.

Pelo sentimento obtido durante a execução desta obra, percebo que a sociedade moderna incorporou em si a necessidade de desfrutar de recursos tecnológicos, baseados em IA e desenvolvidos com as melhores práticas para representação do conhecimento. Ela está presente no dia-a-dia através dos jogos interativos, programas de diagnósticos médicos, em edifícios inteligentes, em carros, máquinas de lavar, dentre outros. Grandes empresas do ramo, governo, universidades tem interesse mútuo neste tema, pois alavanca a criação e manutenção de serviços e

produtos que geram consideráveis divisas aos seus investidores, além de ótima publicidade científica e social à custa do sucesso obtido. Ganha o investidor e, a sociedade que se torna cada vez mais adaptada a tecnologia contemporânea, criando um senso crítico de qualidade e se tornando cada vez mais exigente, motivando a continuidade de estudos e pesquisas para aprimorar o conhecimento e gerar novas facilidades tecnológicas. Em minhas próprias palavras digo que “é um ciclo evolutivo que tem seu raio de alcance tendendo ao infinito, enquanto o mundo durar e os Homens continuarem a sonhar com o que é hoje inimaginável”.

Não há limites para o desejo do Homem em buscar o domínio da representação do conhecimento, motivado pelos seus sonhos de entender a inteligência e implementá-la em sistemas complexos sem alma, dando-lhes uma consciência cognitiva e talvez até ética, moldando o que seria o “Homem Eletrônico”. É um grande atrativo a qualquer pesquisador da área, a tentação de experimentar o poder da criação de uma vida artificial, que é outro conceito muito polêmico quanto a sua definição. Cito, a título de exemplo, consultando a Wikipédia, o Best Seller “*Frankenstein: or the Modern Prometheus*”; no original em inglês, de autoria de Mary Shelley, escritora britânica nascida em Londres, escrito entre 1816 e 1817; a qual concebeu em sua obra literária a ciência como mãe e o cientista como pai de um filho, fruto de experimentos biológicos e apurados cálculos para o contexto histórico-tecnológico da época.

Assim a conceituação de inteligência atualmente ainda é uma tarefa árdua para dedicados pesquisadores sobre o assunto, visto que consolidar o limitado conhecimento que com muito custo foi adquirido sobre a inteligência em um modelo artificial de cérebro, é algo que se torna tangível a cada dia, se levarmos em consideração que estudiosos sobre a IA e de sua representação montam um quebra-cabeças onde todos estão cientes que ao final, ainda faltará peças para se completar o mosaico.

Concluindo: Resolver problemas de representação não é uma tarefa tão simples, e as decisões devem ser tomadas com base em estratégia, conhecimento técnico e pessoal da área de desenvolvimento criativamente capacitado. A sociedade hoje deseja estar cada vez mais estar inclusa nos benefícios que a representação do

conhecimento possa trazer, sob a forma de novos produtos e serviços que usam recursos de IA. Governos e corporações apóiam, incentivam e também desejam mais conhecimento, mais poder e mais lucros, sobre a exploração das potencialidades da IA e seus derivados no atendimento de seus interesses.

REFERÊNCIAS

A Ciência Cognitiva para além da Representação. Coleção Documentos, Instituto de Estudos Avançados da USP-SP, Série Ciência Cognitiva.

ALBERTÃO, Sebastião Edmar. **Inteligência Artificial: raciocínio baseado em casos(RBC).** Relações Humanas: São Bernardo do Campo, n.16,dez.1998,p.26-31.

BITTENCOURT, Guilherme. **"Breve história da Inteligência Artificial"**.

BITTENCOURT, Guilherme: **Inteligência Artificial e Teorias.** Editora da UFSC. 2ª. Edição. Florianópolis, 2001. 362p.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Computacional.** Departamento de Automação e Controle da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://www.lcmi.ufsc.br/gia/softcomp/softcomp.html>, página visitada em 26/10/2010.

CARVALHO, Luís Alfredo Vidal de, **Datamining – Medicina, economia, engenharia e administração.** São Paulo: Érica, 2001.

COELHO, Helder. **Inteligência Artificial em 25 lições.** Fundação Calouste Gulbenkian. 1995.

CHALLONER, J. **Artificial Intelligence.** Dorling Kindersley, Essential Science, 2002.

COPPIN, Ben. **Inteligência Artificial.** LTC, Rio de Janeiro, 2010

CREVIER, Daniel. **AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence.** Basic Books, 1999.

Departamento de Automação e Controle da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://www.das.ufsc.br/gia/history/history.html>, página visitada em 26/10/2010.

DURKIN, John. **Expert systems: design and development.** Macmillan, 1994

DREYFUS, H. L. **What Computers Still Can't Do.** The MIT Press, 1999.

DENNETT, Daniel. **Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology.** Bradford, 1978.

DENNETT, Daniel. **Consciousness Explained.** Little, Brown & Co, 1992.

FERNANDES, Anita Maria da Rocha. **Intelligence artificial.** Florianópolis: Visual Books, 2005.

FISCHLER, M. A, FIRSCHEIN, O. **Intelligence: The Eye, the Brain and the Computer.** Addison-Wesley, 1987.
<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/BOOKS/FISCHLER/>. Página visitada em:28/10/2010.

GINSBERG, Matt. **Essentials of Artificial Intelligence**. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1993.

HAUGELAND, 1985, **Artificial Intelligence**, The Very Idea, MIT Press.

KOFFKA, K. (s.d.). **Princípios de psicologia da Gestalt**. São Paulo: Cultrix.

KURZWEIL, Ray. **The Age of Spiritual Machines**. Viking Penguin, 1999.

LUGER, G, STUBBLEFIELD. W. **Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving**, Addison Wesley, 4th Ed., 2002.

MENDES, Raquel Dias. **Inteligência Artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da Informação**. Ciência da Informação: Brasília, v.26,n1, jan/abr.1997, p.39-45.

MORAVEC, H. **Robot, Being: mere machine to transcendent mind**, Oxford University Press, 1998.

MINSKY, Marvin. **A Framework for Representing Knowledge**. Computation & Intelligence – Collected readings. George F. Luger. The MIT Press, 1975.

NEGNEVITSKY, Michael. **Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems**. Addison Wesley, 2002.

NILSSON, N.J. **Principles of Artificial Intelligence**, Morgan Kaufmann Publishers, 1980.

NILSSON, N.J. **Artificial Intelligence: a new synthesis**. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1998.

O que é Inteligência Artificial, Coleção Primeiros Passos, # 230, Editora Brasiliense, S. Paulo, 1990. [Esgotado]. Versão eletrônica disponível em <http://www.redepsi.com.br/loja>.

RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin: **Inteligência Artificial**. Makron Books. 2ª. Edição. São Paulo, 1994. 722p.

RUSSEL, S. J., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, Prentice-Hall International Inc, pp 217-261, EUA, 1995.

RUSSEL, S. J., NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Campus, São Paulo, 2004. 1040p.

RUSSELL, S. J., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Prentice-Hall. New Jersey, 2003. (2a. edição) 1080p.

SCHALKOFF, R. J. **Artificial Intelligence: Na Engineering Approach**. McGraw Hill, 1990.

SILVA, Flávio Soares Corrêa da. **MAC5701 - Tópicos em Ciência da Computação – Agentes Inteligentes em Jogos de Computador**. Faculdade de informática. Dissertação (graduação) –Universidade de São Paulo, 2005.

SETZER, V. W. IA, **Inteligência Artificial ou Imbecilidade Automática As máquinas podem pensar e sentir**, 2002. (disponível em: <http://www.ime.usp.br/~vwsetzer/IAtrad.html>) (Nota:boa parte das seções deste material foram compiladas a partir desta referência).

SKINER, B. F. **Can psychology be a science of mind?**. American Psychologist, (1990), p. 1206-1210.

TEIXEIRA ,Artigo de João de Fernandes [Publicado originalmente no jornal **O Estado de São Paulo**, janeiro de 1995). As Tecnologias da Inteligência Artigos em jornais de notícias.

TEIXEIRA, J. F. **Matéria sobre inteligência Artificial**, Folha de S. Paulo, Caderno Mais, 17/9/2000, p.3.

TEIXEIRA, J. F. **Mentes e máquinas: Uma introdução à ciência cognitiva**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1998.

TEIXEIRA, J. F. (1999). **O futuro da Ciência Cognitiva**. Cadernos de Psicologia da UFMG, v. 8. MIGUENS ,

TEIXEIRA, J. F. **O que é Inteligência Artificial?** São Paulo: Brasiliense, 1990.

TURING, A. M. Computing **Machinery and Intelligence**. In **Mind - a Quarterly Review of Psychology and Philosophy**, Vol. LIX No. 236, pp. 433-460, Oct. 1950.

WINSTON, Patrick Henry: **Artificial Intelligence**. 3rd. Edition. Addison-Wesley.Reading, 1992.735p.

Palestras e Conferências:

Conferência: **Ciência Cognitiva na posse dos novos acadêmicos**, Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, junho de 2.000

Alguns links interessantes:

<http://www.filosofiadamente.org/>

<http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/dennett3.htm>

<http://www.ai.mit.edu/people/maja/maja.html>).

<http://www.filosofiadamente.org/images/stories/textos/computacao.doc>

<http://www.aiai.ed.ac.uk/>

http://www.fei.edu.br/~psantos/slidesIA/aulas_IA.HTML

<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/delpizzo/cap3.html>

http://www.pgie.ufrgs.br/alunos_espie/espie/claudiap/public_html/ia.htm

<http://www.devmedia.com.br/articles/viewcomp.asp?comp=9182>

<http://osorio.wait4.org/oldsite/jogos/game-ai-01.pdf>

http://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=http://www.transhumanist.com/volume1/moravec.htm&ei=l2zJTLCEG8H78AbHuOTrAQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=7&ved=0CEEQ7gEwBg&prev=/search%3Fq%3DMORAVEC%26hl%3Dpt-BR%26rlz%3D1T4RNTN_enPE389BR391%26prmd%3Dmcbv

<http://ininitomaizum.wordpress.com/2009/03/>