

Inteligência artificial: as máquinas pensantes



Denomina-se inteligência artificial ao ramo da ciência da computação que trata dos meios de representar o conhecimento com símbolos · em lugar de números · e que utiliza métodos heurísticos · ou regras aproximadas · para o processamento da informação.

Denomina-se inteligência artificial ao ramo da ciência da computação que trata dos meios de representar o conhecimento com símbolos · em lugar de números · e que utiliza métodos heurísticos · ou regras aproximadas · para o processamento da informação. O principal objetivo dessa disciplina é compreender a inteligência por meio da construção e programação de máquinas que procuram imitar o raciocínio humano.

Em geral, os problemas que se procura resolver com métodos de inteligência artificial não são bem estruturados, isto é, a simples descrição do problema não determina de antemão o melhor método de solucioná-lo, ou seja, não se dispõe de algoritmos · ou processos simples e sistemáticos · de resolução. A inteligência artificial substitui os métodos algorítmicos mediante uma busca exploratória da solução.

Temas fundamentais

Embora a origem da investigação da inteligência artificial remonte à antiguidade, a história moderna dessa disciplina iniciou-se na década de 1950. Nesses anos, surgiram vários programas de computador sobre o assunto: um demonstrava teoremas da lógica proposicional, outro servia para o jogo de damas e aprendia com seus próprios erros; um terceiro demonstrava teoremas de geometria plana, e outro mais reconhecia caracteres manuscritos. Além disso, concebeu-se uma série de linguagens de programação para a manipulação geral de símbolos.

A inteligência artificial é um ramo da ciência que elabora programas para computadores de maneira simbólica, no lugar da forma numérica usual; a "tartaruga" da ilustração, projetada na Universidade de Edimburgo, por exemplo, responde a cada ordem do teclado com um movimento que se apresenta na tela e se converte em ação na bolha.

Alan Turing e Norbert Wiener e outros pioneiros da computação previram o uso de máquinas eletrônicas para a resolução de problemas de maneira inteligente. Na década de 1940 e início da de 1950, considerava-se o xadrez e outros jogos protótipos de muitos problemas de raciocínio, já que a informação pertinente não podia ser apresentada, em geral, matematicamente e a solução dos problemas requeria um método heurístico, pois a busca de todas as possíveis seqüências de movimentos exigia muito tempo. Hoje, esses jogos são muito populares e ajudam na investigação da inteligência artificial.

Além da teoria dos jogos, grande parte da investigação inicial nesse terreno foi dedicada à resolução de pequenos problemas de raciocínio simbólico, à construção de robôs com sistemas eficientes de visão e manipulação, e a compreensão de instruções em um idioma natural humano. Realizaram-se, também, grandes esforços para a criação de máquinas que se auto-aperfeiçoassem, reconhecessem padrões e traduzissem idiomas.

Outra grande parte das pesquisas era então, como hoje, voltada para a modelação psicológica. Os estudos sobre como o homem resolve problemas proporcionaram informação para a preparação de programas "inteligentes" de computação, que ajudaram a testar modelos psicológicos da inteligência humana. As primeiras pesquisas sobre a inteligência artificial deram lugar à "psicologia do processamento da informação", enquanto a disciplina que combina a psicologia e a investigação sobre a inteligência artificial (que também tem ligações com a filosofia, a lingüística e outras especialidades) é conhecida hoje como "ciência cognitiva".

Dois grandes temas - a representação e a busca - dominaram a primeira década da investigação da inteligência artificial. A maneira de representar as descrições de objetos, processos, propriedades e relações influi consideravelmente na eficiência do sistema de resolução de problemas e na qualidade das soluções. Por outro lado, a forma de buscar soluções possíveis com o auxílio da heurística também influi na eficiência e efetividade do sistema.

A busca é o paradigma fundamental de resolução de problemas nos programas de inteligência artificial. Do ponto de vista conceitual, senão prático, grande parte da atividade de resolução de problemas é dedicada à geração e seleção de soluções alternativas. Os métodos heurísticos - regras que entre os humanos se baseiam na experiência, no julgamento e inclusive na "intuição" - são também fundamentais para a investigação nesse campo. De modo geral, esses métodos levam a soluções plausíveis ou aumentam a eficiência do processo de solução. Enquanto os algoritmos garantem uma solução correta (se ela existe) em um tempo finito, a heurística apenas aumenta a possibilidade de se encontrar uma solução plausível ou a plausibilidade das soluções.

O problema maior do paradigma de busca é que, para a maioria dos problemas complexos, o número de soluções possíveis cresce exponencialmente com o grau de dificuldade deles. Os

programas de computação para a geração de soluções (ou de soluções parciais) costumam combinar cada elemento do problema de todas as maneiras possíveis. O crescimento exponencial de possibilidades que assim surge é estudado em profundidade na análise combinatória. A heurística pode controlar esse crescimento quando se dispõe de uma capacidade de julgamento suficientemente sólida, como para conduzir a busca.

A exemplo de outras disciplinas, o estudo da inteligência artificial abrange diferentes enfoques de investigação, que, de modo geral, se classificam em teóricos e experimentais. Os pesquisadores teóricos preferem considerar os problemas de resolução e representação a partir do ponto de vista formal e empregam, freqüentemente, a lógica de predicados como língua franca na discussão de métodos e resultados. Os experimentalistas, por sua vez, preferem elaborar programas que demonstram a competência de uma idéia e, depois, investigam empiricamente a solidez e limites de sua implementação.

Representação

O problema da representação do conhecimento é encontrar um conjunto adequado de convenções para descrever objetos, relações, fatos e outras informações. As distintas linguagens de programação apresentam características diversas que facilitam ou dificultam a representação e manipulação de fatos e relações no mundo. A seleção torna-se mais complexa devido à necessidade de sobrepor instruções de nível superior às linguagens de programação, a fim de completar o sistema de inteligência artificial.

É notório que as pessoas têm dificuldade em resolver problemas quando os fatos são colocados de maneira incorreta. O "truque" para resolver os problemas de álgebra expressos em linguagem comum, por exemplo, é apresentar o problema adequadamente, como um grupo de equações com variáveis e constantes corretamente concebidas e bem inter-relacionadas. Da mesma forma, os programas de computação devem contar com normas operacionais adequadas.

Considera-se a lógica formal um meio possível de representar o conhecimento nos programas de inteligência artificial, já que permite a um programa manter-se coerente e verdadeiro frente à realidade, sempre e quando os axiomas iniciais forem coerentes e verdadeiros. Conhecem-se e utilizam-se largamente distintos formalismos lógicos, e a sua maior parte são variações da linguagem formal conhecida como cálculo de predicados de primeira ordem. Por exemplo, a expressão "Todos os homens são mortais" pode ser escrita como uma afirmação universal quantificada com uma implicação: para todo X, o homem (X) implica é-mortal (X); em outras palavras, "Tudo que seja homem é mortal".

Muitas extensões desse cálculo de predicados de primeira ordem fazem da lógica uma língua mais expressiva. Por exemplo, certas técnicas permitem a um programa manter o registro do que crê ser verdade, do que pode ser verdade e assim por diante. Mas essas extensões dificultam significativamente os processos de demonstração de teoremas. Nos últimos anos, algumas linguagens especializadas de programação, baseadas na lógica como o PROLOG, foram criadas para apoiar esse enfoque na resolução de problemas. Os programas MRS e FOL utilizam, também, a lógica como marco fundamental para a representação do conhecimento.

As regras de produção · outra forma de descrever fatos e relações · foram incorporadas à inteligência para serem aplicadas nos modelos psicológicos da resolução humana de problemas. Uma regra de produção é uma proposição condicional composta de duas partes, a primeira iniciada por "se" e a segunda, por "então", conhecidas como condição e ação, respectivamente. O MYCIN, um programa elaborado para diagnosticar algumas infecções e selecionar o tratamento adequado com antibióticos, é um exemplo de sistema baseado em regras de produção. Durante o diagnóstico, o MYCIN solicita informações sobre uma determinada série de sintomas, verificações ou resultados de análises: a parte "se" da regra. Se as respostas satisfazem essas condições, o programa apresenta uma hipótese: a parte "então". A seguir, aplicam-se regras até o programa chegar a um diagnóstico que explique as condições da maneira mais plausível.

As redes e estruturas semânticas constituem um terceiro tipo de formalismo de representação. Ambas são semelhantes e associam definições de conceitos por meio de relações semânticas. Uma estrutura é um conjunto de conhecimentos simbólicos associados a um ente; de modo geral, apresenta uma lista de propriedades destes que inclui as características definidoras necessárias e opcionais, bem como as propriedades que indicam conceitos mais gerais e específicos.

Processo de solução

Uma maneira de conceber o comportamento da resolução de problemas é imaginar uma busca através de um espaço - denominado espaço de busca - em forma de árvore e que contém as opções. Para explorá-lo, um programa de inteligência artificial pode contar com regras para movimentos aceitáveis ou "legais" (ou, às vezes, só plausíveis) que lhe mostram qual elemento espacial considerar para prosseguir. No xadrez, por exemplo, é simples elaborar normas para movimentos aceitáveis de acordo com as regras gerais do jogo. O espaço de todas as seqüências de movimentos possíveis (jogos completos) constitui, portanto, uma árvore de movimentos alternados de jogadores que competem.

Em princípio, é possível elaborar um algoritmo que explore as conseqüências de cada possível movimento, ou seja, todas as formas de se ganhar, perder ou empatar, já que a árvore é finita. Entretanto, o espaço é tão grande que uma busca exaustiva não terminaria durante o período de uma vida humana. Portanto, deve-se procurar formas de controlar a busca para que os ramos implausíveis da árvore não sejam explorados e, em vez disso, se busque, inicialmente, os mais promissores. Ao introduzir uma heurística com critérios de plausibilidade e implausibilidade, o algoritmo de busca transforma-se numa busca heurística.

A maneira de explorar um espaço de busca depende da escolha de uma estratégia de controle. As principais estratégias, que têm variações, incluem a busca profunda inicial, que explora apenas o primeiro ramo a cada nível; a busca ampla inicial, que percorre todos os ramos a cada nível (aprofundamento progressivo), e a melhor opção inicial, que explora a cada nível somente o ramo que muito provavelmente levará a uma solução.

Os investigadores do campo de inteligência artificial começam a reconhecer a conveniência de passar aos programas o conhecimento que permitirá a estes escolher sua própria estratégia de resolução de problemas. Assim como o conhecimento, em si, procura resolver problemas, um programa deve poder raciocinar acerca de sua estratégia, modificá-la e explicá-la.

Um novo tipo de estudo sobre controle é conhecido pelo nome de "regressão dirigida por dependência". O custo da regressão através de um espaço de busca que já não parece oferecer possibilidades de solução pode ser substancial, já que o programa deve determinar seu estado de conhecimento em algum ponto anterior da árvore de busca, a fim de continuar sua exploração por um ramo diferente a partir desse ponto.

No caso da regressão dirigida por dependência, o programa mantém um registro da origem de cada elemento de informação em seu estado de conhecimento; então, quando é necessário fazer a regressão, o programa pode examinar as relações de dependência para deduzir estados de conhecimento prévios sem ter de regenerá-los.

A aprendizagem

Como uma das principais características dos seres inteligentes é sua habilidade em aprender a comportar-se num ambiente em transformação, grandes esforços têm sido feitos no campo da inteligência artificial para definir métodos de aprendizagem. Esse processo assume formas muito diferentes, dependendo do tipo e quantidade de dados disponíveis, da natureza da retroalimentação do meio, das estruturas de conhecimento que são aprendidas e do tipo de programa de desempenho que se está aperfeiçoando.

A partir dos primeiros trabalhos de estímulo-resposta e de estudos estatísticos da aprendizagem surgiu um importante conceito relacionado à inteligência artificial: que a aprendizagem é uma atividade de resolução de problemas baseada no conhecimento. O problema que o programa de aprendizagem deve resolver é a modificação de outro programa, chamado de execução (por exemplo, um programa que joga damas), para melhorar seu desempenho. No que respeita aos jogos, a execução é medida, em geral, pela porcentagem de vitórias e derrotas.

Para outras tarefas, a melhora pode implicar aumento de certeza (nas previsões ou conselhos) ou redução de custos (em velocidade ou espaço de memória) para o êxito de conclusões.

Os programas de aprendizagem assumem também formas distintas, dependendo do grau em que uma pessoa se envolva na seleção de padrões de adestramento, ao proporcionar retroalimentação e conselhos, bem como ao integrar novos e velhos conhecimentos.

Linguagens e sistemas

Como os sistemas de inteligência artificial funcionam mais com informações simbólicas do que numéricas, as linguagens criadas para apoiar o processamento simbólico ganharam uma grande importância. As mais usadas são a IPL-V e LISP; a maioria dos trabalhos atuais nesse campo são realizados em algum dialeto do LISP. Uma de suas principais vantagens é a facilidade com que se podem utilizar programas como dados, para corrigir ou explicar partes

do programa, e sua capacidade para tratar estruturas de informação como programas, a fim de executar novas partes (criadas ou corrigidas) do programa.

Um avanço recente na inteligência artificial foi a construção de computadores pessoais projetados para utilizar o LISP eficientemente. Muitos desses computadores, também chamados "máquinas LISP", já estão disponíveis no mercado. Esses equipamentos possuem grande capacidade de memória e de armazenamento em disco; suas telas são de alta resolução e dispõem de algum dispositivo direcional para identificar e manipular a informação que aparece na tela. As redes locais de comunicação permitem a essas estações de trabalho pessoais se conectarem e de se comunicarem com grandes computadores centrais e suas instalações.

No início da década de 1980, as comunidades industrial e de pesquisa do Japão anunciaram a intenção de projetar e construir uma nova geração de computadores destinados exclusivamente ao raciocínio simbólico: a quinta geração de computadores. No projeto japonês, a resolução de problemas e a inferência serão a base das funções de processamento. A potência é medida em inferências lógicas por segundo (ou LIPS, abreviação da expressão inglesa) e cada LIPS equivale a uma inferência por segundo. Hoje, estima-se que uma operação requiera entre cem e mil instruções, razão por que um LIPS tem uma velocidade de cem a mil instruções por segundo. Diz-se que as máquinas da nova geração funcionam a uma velocidade de dez mil a cem mil LIPS. A meta final é que os computadores da quinta geração alcancem uma velocidade de cerca de um bilhão de LIPS, quatro ou cinco vezes superior à das máquinas atuais.

Um sistema de compreensão da linguagem natural, que será incorporado aos programas de inteligência artificial, necessitará de volumosos dicionários de palavras e frases. No projeto do computador japonês de quinta geração, o sistema de linguagem natural é um vocabulário de cem mil palavras, e cada uma delas requer um armazenamento de centenas ou milhares de palavras de computador.

Aplicações

Dois dos primeiros sistemas de inteligência artificial, DENDRAL e MACSYMA, demonstraram que os métodos desse campo podiam ser aplicados a problemas práticos, em especial na identificação da estrutura molecular dos compostos químicos e na simplificação de expressões matemáticas complexas. Alguns pesquisadores experimentalistas da inteligência artificial escolheram problemas igualmente complexos para investigar as dificuldades inerentes à disciplina, enquanto outros iniciaram a aplicação comercial dos métodos da inteligência artificial a problemas industriais.

As aplicações industriais classificam-se, de modo geral, em quatro áreas: os robôs, a linguagem natural, os sistemas especialistas (ou "peritos") e as ferramentas para a elaboração de programas de computação. Um dos maiores êxitos da história da inteligência artificial é a comercialização de ferramentas e métodos nessas quatro áreas. Muitos laboratórios de pesquisa industrial formaram grupos para produzir aplicações nesse terreno e novas empresas têm sido criadas para fornecer ferramentas e programas específicos para companhias em quase todos os segmentos da economia.

Durante séculos, a construção de robôs inteligentes foi uma ambiciosa meta dos pesquisadores. No campo da inteligência artificial, esse trabalho se centrou na criação de manipuladores mecânicos e de veículos controlados por computadores e capazes de compreender dados sensoriais, especialmente em forma de sinais de televisão. Ainda na área da robótica registram-se esforços para a resolução de problemas, o reconhecimento da fala e outros temas gerais.

Os manipuladores atuais · empregados em operações como pintura e soldagem industriais · valem-se mais de algoritmos de controle do que de programas de inteligência artificial. Linguagens de inteligência artificial começam a ser empregadas na programação de algumas operações complexas. Um robô inteligente deve "sentir" (ver, escutar ou expressar de alguma outra maneira) o que ocorre a sua volta.

Os trabalhos sobre sistema de visão em computadores estão sendo desenvolvidos em diferentes níveis. No mais inferior, relacionado aos processos de coleta de dados, aparecem problemas de digitação, detecção de margens de linhas, segmentação de regiões e análise de texturas. No nível mais alto, ligado ao processo de interpretação, surgem problemas de reconhecimento das formas representativas (por exemplo, uma casa), e determinação de relações entre objetos; os problemas que envolvem a representação e o reconhecimento de objetos tridimensionais coloridos e o movimento são particularmente complexos.

Desde os primórdios da investigação sobre a inteligência artificial, realizam-se estudos para a criação de programas "inteligentes" que mantenham conversações em línguas naturais. Nesse sentido, uma das principais metas é criar um sistema de tradução. Têm-se obtido avanços significativos na compreensão da linguagem em contextos restritos, como a conversação com o empregado de um restaurante, o texto de um artigo jornalístico e a especificação de um programa para computador. Obtiveram-se, também, bons resultados com a tradução mecânica de textos técnicos. As aplicações comerciais incluem sistemas que compreendem perguntas sobre bases de dados de computadores, e que podem traduzir, portanto, uma pergunta em idioma natural para se obter uma resposta eficiente do computador. Esses programas têm dificuldades de representar o conhecimento que procede do senso comum e raciocinar com ele, e, além disso, enfrentam problemas particularmente sérios quando procuram entender metáforas e textos que exigem explicação para sua compreensão.

Os sistemas especialistas ou "peritos" incorporam a experiência humana para resolver problemas complexos. São flexíveis, já que podem modificar-se e estender-se facilmente, e compreensíveis, porque podem explicar o conteúdo de suas próprias bases de conhecimento e formas de raciocínio. No início da década de 1980, os sistemas especialistas chamaram a atenção do mundo comercial.

As aplicações dos sistemas especialistas abrangem desde a eletrônica, passando pela maquinaria até os programas de computação; suas tarefas vão desde o diagnóstico à resolução de problemas de planejamento (análise) e de configuração (síntese). Entre esses programas, figuram alguns que diagnosticam doenças (como o MYCIN), procuram jazidas de minerais, ajudam a resolver problemas de perfuração em poços petrolíferos, localizam defeitos em locomotivas e configuram sistemas de computação.

A elaboração de programas complexos de inteligência artificial tem-se tornado cada vez mais dependente de ferramentas de apoio, isto é, de outros programas, especialmente os baseados no LISP. A tendência dominante é que ferramentas cada vez mais inteligentes se encarreguem de um maior número de tarefas rotineiras de programação.

Pesquisas Barsa

© Barsa Planeta, Inc. Todos os direitos reservados.