

Myślący komputer

Mgr Jacek PACHOLCZYK

Od wczesnych dni informatyki, od czasów gdy John von Neumann i Alan Turing rozpoczęli badania modeli maszyn matematycznych, marzenie stworzenia myślących komputerów fascynowało badaczy i całe środowisko naukowe. Cóż czyni myślący komputer tak atrakcyjnym? Oczywiście, im bardziej sprawny posiadamy maszynę, tym więcej zadań możemy jej zlecić. Sprawność i dokładność współczesnych komputerów wielokrotnie przewyższają osiągnięte przez ludzi. Gdyby wyposażyć je jeszcze w zdolność rozwiązywania problemów, stałyby się dla nas znacznie bardziej pożyteczne.

Poza tym porozumieć się z maszyną cyfrową może obecnie tylko ten, kto opanował odpowiednie, formalne metody wyrażania rozkazów i odczytywania wyników. Myślące maszyny mogłyby używać swego intelektu również do interpretowania sygnałów ze świata w taki sposób, w jaki robią to ludzie. W szczególności nie miałyby trudności ze zrozumieniem poleceń wyrażanych językiem potocznym. Umożliwiłoby to powszechne wykorzystanie komputerów bez konieczności specjalnego szkolenia użytkowników.

Przystępując do badań nad „myślącym komputerem” powinniśmy zacząć od sformułowania wymagań dotyczących jego „zachowania”. Przede wszystkim musimy zdecydować, jakiego rodzaju sygnały powinien rozpoznawać i interpretować. Człowiek odbiera bodźce ze świata za pomocą narządów słych pięciu zmysłów. Wyposażenie maszyny w sztuczne zmysły odpowiadające ludzkim napotyka dwie przeszkody. Pierwszą jest skonstruowanie urządzeń zdolnych do odbierania i rozróżniania bodźców. Gdyby nawet takie urządzenia były dostępne, pozostałby jeszcze problem zinterpretowania — zrozumienia odebranych sygnałów. Każdy, kto uświadomi sobie, jak niewyraźne, niejednoznaczne informacje docierają do nas, zrozumie, jak trudno tego dokonać.

Mądrość, jakiej oczekujemy od maszyny, polega na rozumieniu przez nią otaczających ją sytuacji i zdolności wyboru celowych reakcji na nie. Zatem poza rozpoznawaniem świata zewnętrznego komputer musiałby jeszcze być świadom celu swego działania i powinien umieć podjąć podporządkowaną temu celowi akcje, właściwą w danej sytuacji. Niezbędne jest więc, aby posiadał pewien (możliwie duży) zasób informacji o dziedzinie, w której działa i umiał się nimi posługiwać.

Pozornie łatwo to osiągnąć — wystarczy napisać odpowiedni program — program, który będzie umiał zareagować odpowiednio na wszystkie sytuacje, jakie mogą się przydarzyć. Niestety, nawet największa maszyna nie jest w stanie zapamiętać wszystkich faktów już ze stosunkowo niewielkiej dziedziny. Konieczne jest więc takie zorganizowanie pamięci, aby bezpośrednio dostępne były tylko najważniejsze, podstawowe rzeczy, a wszystkie pozostałe maszyna umiała z nich wywnioskować. Zasadniczym problemem okazuje się więc zagadnienie organizacji zapisu wiedzy w pamięci komputera, czyli tzw. reprezentacji wiedzy. Jego istotą jest określenie, jakie fakty należy uznać za podstawowe i jak je wykorzystywać, aby maszyna działała w sposób inteligentny.

Istnieją, oczywiście, formalne metody wyrażania teorii i faktów. Były one inspiracją do powstania wielu metod reprezentacji wiedzy. Część spośród badaczy problemu obrała jednak inną drogę rozwiązania, wychodząc od nauk o człowieku. Badaniem organizacji i funkcjonowania pamięci człowieka zajmuje się

psychologia. Opracowano wiele modeli i przeprowadzono mnóstwo eksperymentów, które miały je zweryfikować. Gdyby udało się zorganizowanie pamięci maszyny w sposób podobny do pamięci człowieka, można by się było spodziewać od niej podobnego działania. Ponadto można przypuszczać, że komputery byłyby mniej wrażliwe na wszystkie te czynniki, które powodują błędy w naszym rozumowaniu. Niestety, o żadnym z psychologicznych modeli nie wiadomo, czy jest on poprawny, czy też nie. Problem reprezentacji zyskuje w tym przypadku dodatkowy aspekt — badania nad myślącymi komputerami pozwolą, być może, zweryfikować teorie psychologiczne w nich wykorzystane.

Zanim zajmiemy się przykładowymi metodami reprezentacji wiedzy, przyjrzyjmy się najpierw dokładniej jej samej. Zauważmy przede wszystkim, że nawet wiedza o tych samych obiektach może być istotnie różna w zależności od celu, w jakim chcemy ją wykorzystywać. Opisując kobiecie pokaz mody zajmiemy się raczej opisami kreacji niż metodami ich wykonania. Będziemy więc relacjonować ten fragment wiedzy, który umownie nazywa się deklaratywnym. Zupełnie inaczej zachowamy się zapewne w przypadku rozmowy z krawcem. Zwrócimy mu przede wszystkim uwagę na sposoby wykonania obejrzanych obiektów — kreacji, czyli proceduralną wiedzę o nich. Różnice w opisach mogą również wynikać z tego, czy interesują nas ogólne własności elementów jakiegoś zbioru, czy cechy charakterystyczne dla poszczególnych obiektów.

Inną istotną cechą wiedzy jest istnienie zbioru tych pojęć, które jesteśmy skłonni uznać za podstawowe, pierwotne i nierozkładalne. Zbiór ten oczywiście zależy od tego, kto i w jakim celu ma wiedzę wykorzystywać. To, co jest atomowym składnikiem materii dla ucznia szkoły podstawowej, jest niesłychanie złożoną strukturą dla fizyka.

Bardzo ważną własnością wiedzy, o której bez wątplenia nie można zapomnieć, jest zdolność wyrażania się o sobie samej. Oznacza to, że można wiedzieć coś o pewnym zbiorze obiektów równie dobrze, jak wiedzieć coś o wiedzy o tym zbiorze.

Zapis wiedzy w pamięci komputera powinien mieć wszystkie te własności. Powinien ponadto umożliwiać wyciąganie wniosków o cechach i własnościach obiektów, których ta wiedza dotyczy.

Spróbujmy teraz przyrzeć się różnym sposobom zapisywania wiedzy o świecie. Formuły rachunku predykatów pierwszego rzędu są powszechnie znane i dobrze opisane. Równie dobrze opisane są metody wnioskowania, czyli dowodzenia nowych twierdzeń. Więcej nawet — znane są metody automatyczne, dające się opisać prostym algorytmem. Gdyby przyjąć, że reprezentowanym obiektem odpowiadają stałe indywidualne, a relacjom między tymi obiektami — predykaty, otrzymalibyśmy dobrą metodę reprezentacji wiedzy. Niestety, okazuje się, że za pomocą takich formuł nie wszystkie fakty dają się opisać. Poszukuje się wobec tego formalizmów będących rozszerzeniem rachunku predykatów i wolnych od tej wady. Jedną z ciekawych propozycji są logiki modalne, pozwalające za pomocą specjalnych operatorów wyrażać zdania, których wartość logiczna zależy od kontekstu, w którym się je rozpatruje. Na przykład zdanie: „Sherlock Holmes mieszkał na Baker Street” jest prawdziwe tylko w świecie powieści Artura Conan-Doyle’a. Inną propozycją są logiki defaultowe pozwalające zapisywać ogólne twierdzenia o obiektach należących do pewnych zbiorów, niekoniecznie prawdziwe dla wszystkich ich elementów. Pozwalają one również uzyskiwać różne opisy świata w zależności od tego, które ze zbioru tzw. defaultów uznamy za prawdziwe.

Wszystkie wspomniane wyżej metody reprezentacji mają jedną wspólną cechę wyraźnie ograniczającą ich zastosowanie. Bardzo trudno za ich pomocą zapisywać proceduralne fakty o świecie.

Próbą rozwiązania problemu reprezentowania wiedzy proceduralnej jest mechanizm tzw. aktorów. Obrazem zbioru faktów jest zbiór aktywnych procesów zwanych aktorami, które mogą współpracować ze sobą wysyłając i otrzymując wiadomości. Każda wiadomość również jest aktorem, co oznacza, że może po drodze zbierać i wysyłać własne wiadomości. Takie podejście do rozpatrywanego problemu jest specjalnie przystosowane do zapisywania wiedzy typu proceduralnego i zaniedbuje jej deklaratywną stronę.

Chęć stworzenia uniwersalnego sposobu opisu świata doprowadziła do powstania dwóch bardzo podobnych formalizmów opartych na pomysłach wywodzących się z psychologii. Pierwszy traktuje wiedzę jako zbiór obiektów nazywanych węzłami. Węzły te związane są ze sobą relacjami zwanymi łukami. Z każdym z nich można związać akcje (procesy) wyrażające na przykład własności danej relacji. W drugim — zwanym formalizmem ram — mamy do czynienia ze specjalną strukturą danych — ramą. Rama opisuje zbiory obiektów, pojęcia abstrakcyjne, konkretne indywidua bądź ich cechy. W zależności od potrzeby używa w tym celu tzw. deskryptorów (wyrażających wiedzę deklaratywną) lub procedur. Szczególną cechą formalizmu ram jest sposób opisywania świata jako zbioru prototypów i ich egzemplarzy. Prototyp to obiekt abstrakcyjny, którego opis pasuje do wszystkich konkretnych obiektów — jego egzemplarzy.

Inną jeszcze propozycją jest formalizm reguł produkcji. Za pomocą prostej syntaktyki definiuje się reguły, wedle których

z jednego ciągu symboli można otrzymać inny. Jeżeli będziemy wyrażać wiedzę o świecie jako ciąg symboli (np. znanych faktów), to zdefiniowane reguły produkcji pozwolą wyprowadzać wnioski z posiadanych już informacji. Formalizm ten łączy deklaratywny i proceduralny sposób wyrażania wiedzy. W ostatnich latach wykorzystano go w kilku systemach ekspertowych przeznaczonych głównie dla użytkowników mikrokomputerów.

Wszystkie te metody reprezentacji wiedzy spełniają wspólny warunek. Zmianom reprezentowanej dziedziny odpowiadają procesy, po których zajściu reprezentacja dobrze odwzorowuje nową dziedzinę. Poza tym każdy dobry sposób reprezentacji powinien umożliwiać zapisywanie wiedzy o wiedzy. Powinien również umożliwiać zarówno reprezentowanie wiedzy deklaratywnej, jak i proceduralnej. Na koniec, mechanizm wnioskowania powinien umożliwiać wyciąganie wniosków poprawnych i tylko takich.

Stosowane obecnie formalizmy reprezentacji wiedzy spełniają większość z tych wymagań. Żaden z nich nie jest jednak doskonały. Ciągłe nie rozwiązaniem, a podstawowym problemem jest sposób wyboru faktów atomowych. Mimo to już teraz próbuje się wykorzystywać inteligentne komputery, na razie w nielicznych dziedzinach. Przykładem może być system PUFF, który już teraz pomaga leczyć schorzenia układu oddechowego. Systemy diagnozujące choroby krwi, pomagające reperować lokomotywy czy też uczące programowania w języku ADA są bądź już gotowe, bądź w fazie testowania. Być może zdobyte w ten sposób doświadczenia pozwolą usunąć występujące problemy i w przyszłości zrealizować marzenia o myślących maszynach.



Rozwiązanie zadania F 188. Zwiększamy siłę nacisku F na dźwignię. Układ będzie w równowadze, dopóki co najmniej jedna z sił T_1 i T_2 nie przekroczy maksymalnej wartości siły tarcia statycznego beczki o podłoże. Warunki równowagi mają postać:

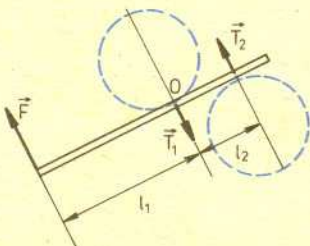
$$F - T_1 + T_2 = 0,$$

$$Fl_1 - T_2 l_2 = 0,$$

wynika z nich związek:

$$T_1 = (1 + l_2/l_1)T_2.$$

Nacisk końca dźwigni na beczkę bliżej jest zawsze większy, a więc zacznie się ona przesuwać pierwsza.



Rozwiązanie zadania F 189. Przyczyna zacinania się szuflady jest najczęściej niewłaściwe miejsce zamocowania uchwytów. Gdy przykładą się do nich nieco różne siły, szuflada obraca się i w miejscu zetknięcia z prowadnicą pojawiają się duże siły tarcia.

Znajdziemy warunek, który musi być spełniony, aby można było wysunąć szufladę ciągnąc tylko za jeden z dwóch uchwytów. Na rysunku pokazane są siły działające na szufladę i reakcje na ściany boczne — R_1 , R_2 , siły tarcia — T_1 , T_2 oraz siła przyłożona do uchwytu — F . W warunkach równowagi:

$$F + T_1 + T_2 = 0 \quad i$$

$$(*) \quad Fh/2 + T_1 b/2 - R_1 a/2 - R_2 a/2 - T_2 b/2 = 0.$$

Oczywiście $R_1 = R_2 = R$ i $T_1 = T_2 = kR$, gdzie k — współczynnik tarcia statycznego. Stąd i z (*) wynika, że $R = hF/2a$. Podczas wysuwania szuflady $F > T_1 + T_2$, a więc poszukiwany warunek ma postać

$$k < \frac{a}{h}.$$

Gdy uchwyty rozstawione są zbyt szeroko, szuflada zacina się niezależnie od wartości siły F .

