

# 1 Sztuczna inteligencja i modele umysłu

Systemy ekspertowe są bez wątpienia bardzo użyteczne i stanowią obecnie „siłę napędową” całej dziedziny, gdyż dzięki nim znajdują się pieniądze na dalsze badania. W tym rozdziale omówię najbardziej ambitne projekty w dziedzinie sztucznej inteligencji, projekty zmierzające do stworzenia modeli umysłu.

## 1.1 Zunifikowane teorie poznania

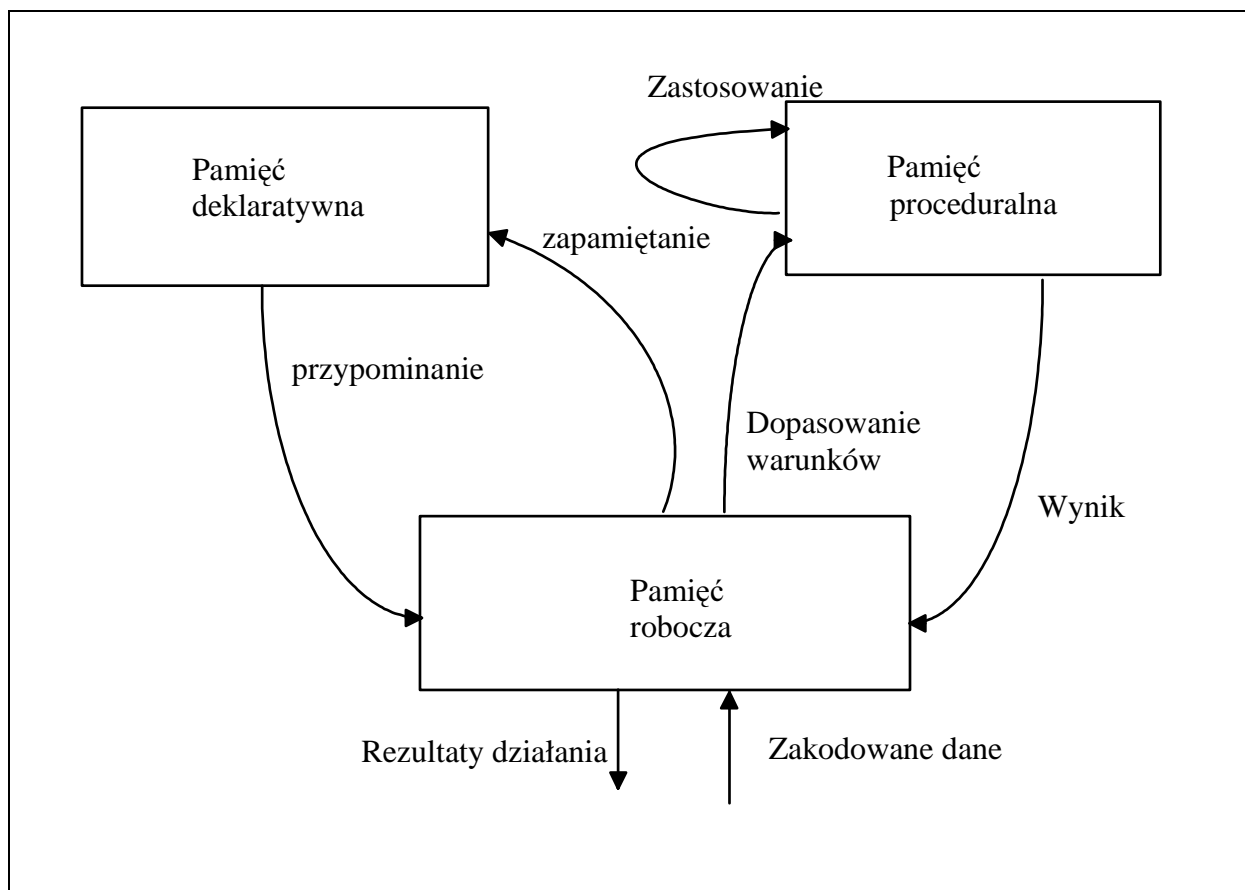
Teorie psychologiczne, podobnie jak wszystkie inne teorie naukowe, są z natury rzeczy przybliżone. W fizyce zamiast rozpatrywać skomplikowany ruch elementów poruszającego się obiektu wygodnie jest zredukować cały opis do ruchu środka masy. Pozostaje jedynie kwestią na ile użyteczne przybliżenia i koncepcje jesteśmy w stanie wprowadzić by otrzymać teorię odpowiadającą na interesujące pytania. Oznacza to, że może istnieć wiele użytecznych teorii poznania. Powinny one odpowiadać na pytania dotyczące: rozwiązywania problemów, podejmowania decyzji, pamięci, uczenia się, sprawności motorycznej, percepcji, języka, motywacji, emocji, wyobraźni, śnienia, halucynacji i wielu innych zagadnień. Czy uda się stworzyć jedną, zunifikowaną teorię poznania? Nawet w fizyce nie udało się dotychczas stworzyć takiej jednej, uniwersalnej teorii. Jednakże próby unifikacji są celem nauki i prowadzą do modeli o coraz większym stopniu wewnętrznej spójności, modeli które muszą uwzględniać więcej ograniczeń całego systemu.

Modele zunifikowane muszą: wykazywać dużą zdolność do adaptacji w zależności od stanów środowiska, wykonywać racjonalne, celowe zachowanie, działać w czasie rzeczywistym, postrzegać wiele zmieniających się szczegółów, używać obszernej wiedzy, kontrolować wiele stopni swobody systemu motorycznego, używać symboli i metasymboli, języka, uczyć się na podstawie doświadczeń w spontaniczny sposób, rozwijać nowe zdolności, działać autonomicznie, współdziałać z innymi, posiadać poczucie „ja”. System musi też być realizowalny w postaci sieci neuronowej, mieć możliwość by powstać na drodze ewolucji i dać się rozwinąć poprzez proces wzrostu embrionalnego. Są to wszystko jedynie życzenia, cel, do którego należy dążyć. W praktyce wiele użytecznych modeli może realizować jedynie niewielką część z tych wymagań, pozwalając na możliwe rozszerzenia lub uzasadniając w ogólny sposób dlaczego przynajmniej teoretycznie mogłyby one spełnić te warunki. Paradoksalnie model umysłu nie może być zbyt doskonały, np. założenie, iż potrzebna jest moc równa uniwersalnej maszynie Turinga powoduje, że wszystko staje się możliwe i model przestaje być użyteczny nie mając żadnych ograniczeń.

Model umysłu musi opierać wyjaśniać obserwacje psychologów poznawczych dotyczące natury poznawania świata. W psychologii znanych jest bardzo wiele praw i zależności dających bogaty materiał empiryczny, który można wykorzystać dla określenia warunków uściślających i ograniczających tworzone modele. Przykładem takiego prawa ilościowego jest prawo Fittsa, odkryte przez Fittsa w 1954 roku. Przesuwając palec lub wskaźnik myszy z jednego miejsca na drugie, o rozmiarach  $S$  odległe o  $D$  od punktu startu, człowiek potrzebuje czasu, który jest proporcjonalny do  $\log(D/S)$ . Dokładność przewidywania w oparciu o prawo Fittsa wynosi 10%, jest więc ono bardzo precyzyjne jak na psychologię, niemal niezależnie od człowieka, z którym prowadzi się badania.

Innym prawem ilościowym jest potęgowa zależność czasu reakcji od liczby prób, np. przy badaniu reakcji na naciskanie 10 przycisków odpowiadających 10 lampkom, które zapalają się pokazując różne wzory. Czas reakcji  $T$  po wykonaniu  $N$  prób daje się dopasować z dużą dokładnością, niezależnie od człowieka, do krzywej  $T = A * N^{-\alpha}$ . Teorię wyjaśniającą to prawo podał w 1981 roku Newell i Rosenbloom. Opiera się ona na założeniu, że pamięć działa w sposób hierarchiczny i grupuje dane w „porcje” (chunks). Pojawienie się czegokolwiek w pamięci krótkotrwałej, obciążonej znacznymi ograniczeniami co do czasu utrzymania danych w pamięci (kilka sekund) jak również ich liczby (nie więcej niż 7 grup danych) wymaga rekursywnego budowania takich porcji informacji. Założenia teorii są następujące: mózg tworzy hierarchiczne bloczki w ciągły sposób, im więcej bloczków związanych z danym zadaniem tym szybciej można je wykonać, bloczki na wysokim poziomie hierarchii pojawiają się rzadziej. Ostatnie założenie jest naturalne, gdyż porcje pamięci wysoko w hierarchii mają bardziej skomplikowaną strukturę, składającą się z licznych podporcji. Te trzy założenia pozwalają zbudować system wykazujący czasy reakcji nieodróżnialne od prawa potęgowego. Sama teoria nie wystarcza jednak do wyjaśnienia, potrzebna jest jeszcze odpowiednia architektura systemu. Inteligencja nie jest tylko kwestią algorytmu, ale całej architektury systemu kognitywistycznego, czyli systemu zdolnego do poznawania.

Podobnych teorii i obserwacji dotyczących umysłu zgromadzono ogromnie dużo. Pierwsze bardziej ogólne modele zaczęto tworzyć w połowie lat 70-tych. John Anderson rozwijał model Act\* oparty na teorii poznania. Zawiera on deklaratywną pamięć długotrwałą w postaci sieci semantycznej wyposażonej w mechanizm asocjacji. W pamięci tej przechowywane są pojęcia, reguły, obrazy. Jest też pamięć proceduralna zawierająca reguły produkcji. Reguły mają warunki związane z informacją przechowywaną w pamięci deklaratywnej a wynikiem ich działania mogą być nowe obiekty lub asocjacje, które mogą zostać zapisane w pamięci deklaratywnej. Pamięć robocza zawiera tę część pamięci deklaratywnej, która jest w danym momencie aktywna. Uczenie się realizowane jest przez przypisanie wag regułom produkcji. Często używane reguły stają się coraz ważniejsze. Model Act\* zrealizowany został w oparciu o specjalnie rozwinięty język symulacyjny zwany Grapes (Newell 1990).



#### Architektura Act\*

Model Act\* zastosowany został do wyjaśnienia wielu zachowań poznawczych człowieka, takich jak efekty pamięci, kolejność odpowiedzi i przypominania, uczenie się nowych słów, uczenie się elementów programowania i rozumowanie geometryczne w czasie dowodzenia twierdzeń. System jest zbyt skomplikowany by można było przeanalizować teoretycznie jego zachowanie, pozostają jedynie symulacje. W praktyce system ten zastosowano w edukacji do tworzenia inteligentnych programów wspomagających nauczanie, tzw. tutoriali. W szczególności powstało kilka programów do nauczania języków programowania.

Jednym z pierwszych projektów sztucznej inteligencji związanym z teorią poznania był Model Human Processor (MHP), opracowany w firmie Xerox PARC z myślą o teorii oddziaływania człowieka z maszyną. Innym poważnym projektem jest system OSCAR rozwijany przez grupę specjalistów pod kierunkiem Johna Pollocka, który nie ma wątpliwości, że jest to droga do stworzenia inteligentnego systemu posiadającego umysł. Najbardziej rozwiniętym modelem i architekturą systemu poznawczego jest **SOAR**, rozwijany początkowo przez Johna Lairda, Paula Rosenbloom i Allena Newella od 1980 roku. Dołączyła do nich większa grupa badaczy i jest to