

Myślenie, wiedza, świadomość i inteligencja są największymi tajemnicami ludzkiej psychiki. Ludzki umysł jest w stanie bardzo szybko kojarzyć, rozumować, kontrolować i przetwarzać duże ilości danych i informacji, które docierają do niego przez cały czas. Od wielu lat próbujemy pojąć tajniki ludzkiego umysłu, żeby wykorzystać jego sprawnie działające mechanizmy obliczeniowe w informatyce. Ponadto ludzki umysł jest siedliskiem inteligencji zdolnej rozwiązywać wiele różnych i trudnych zadań. Informatyka korzysta z inteligencji ludzkiej poprzez wykorzystywanie metod, technik i algorytmów stworzonych przez ludzi. Z drugiej strony ludzki umysł, mimo swoich dużych możliwości, ma też swoje ograniczenia percepcyjne, pamięciowe i skojarzeniowe. Ludzie podejmują współpracę ze sobą dzieląc skomplikowane zadania na prostsze, które ludzki umysł może objąć i rozwiązać. Czasami jednak trudność rozwiązania pewnych problemów tkwi w możliwości szybkiego wyszukania i efektywnego przeanalizowania bardzo dużych zbiorów danych, rozważenia wielu możliwych kombinacji, wariacji lub permutacji albo semantycznym powiązaniu danych w celu wyprowadzenia wniosków lub znalezienia optymalnych wyników. W takich przypadkach napotykamy na problem złożoności obliczeniowej. Pojawić się też może trudność związana z określeniem semantycznych powiązań danych, gdyż brakuje możliwości ich odniesienia do znanych pojęć, tak jak ma to miejsce w ludzkim umyśle. Semantyka powstaje tylko w kontekście wiedzy oraz potrzeb określonej jednostki i zależna jest również od jej możliwości percepcyjnych. Sposób percepcji i znaczenie tych samych danych może być więc bardzo różne dla różnych jednostek. Również zdefiniowanie informacji w oderwaniu od specyficznej wiedzy określonej jednostki jest kontrowersyjne. Inteligencja i jej poziom zależą od możliwości skojarzeniowych i wiedzy, umożliwiających określenie sensu docierających danych lub informacji. Na interpretację informacji mają duży wpływ również indywidualne potrzeby jej odbiorcy, które mogą być różne tak samo jak jej interpretacja lub wnioski z niej płynące. Sztuczna inteligencja podobna do ludzkiej nie powstanie więc raczej bez możliwości formowania się wiedzy, modelowania potrzeb i istnienia systemu skojarzeniowego działającego w podobny sposób jak umysł ludzki. Jeśli sztuczna inteligencja powstanie na podobieństwo naszej własnej inteligencji oraz wokół ludzkich potrzeb, wtedy powstaje możliwość porozumiewania się i kooperacji z nią oraz wymiany wartościowych informacji.

Dzięki elektronicznym mediom i łatwiejszemu dostępowi do danych wzrósł ogólnoswiatowy poziom inteligencji, świadomości i wiedzy ludzi. Przyspieszyło to rozwój badań naukowych, opracowanie nowych technologii oraz efektywniejszą kooperację. Dostęp do rzetelnych informacji wpływa bowiem na szybkość formowania się spójnej, wiarygodnej i niesprzecznej wiedzy w umyśle ludzkim, a poszerzająca i pogłębiająca się wiedza jest niezbędnym składnikiem rozwoju inteligencji. Inteligencja pozwala ludziom porozumiewać się, przekazywać i odbierać informacje oraz podejmować pewne działania zmierzające zwykle do zaspokojenia pewnych potrzeb, interesów i osiągnięcia postawionych sobie celów. Możliwość porozumiewania się nie gwarantuje jednak automatycznie uzgodnienia satysfakcjonujących rozwiązań dla wszystkich stron w każdym przypadku. Egocentryzm spowalnia rozwój, powoduje reglamentację informacji i nieefektywne wykorzystanie zasobów oraz konkurencję, która co prawda motywuje, lecz negatywnie wpływa na psychikę ludzi i ich wartości moralne. Jednak nawet mając dobre i nieegocentryczne intencje, nasz umysł nie jest w stanie zawsze wziąć pod uwagę wszystkich istotnych czynników dla danej sprawy. Ogrom otaczających nas spraw, zadań i problemów sprawia, iż dla dalszego bardziej efektywnego rozwoju naszej cywilizacji potrzebna jest inteligentna automatyzacja i informatyzacja. Przydatna by była również zdolność systemów informatycznych do kojarzenia, formowania wiedzy, automatycznego kontekstowego rozpoznawania i klasyfikacji potrzeb oraz innych istotnych kwestii. Dzięki temu może stać się możliwe szybsze i efektywniejsze przetwarzanie

informacji, automatyczne wnioskowanie oraz podejmowanie odpowiednich i skutecznych działań w możliwie szerokim kontekście potrzeb ludzi i całego środowiska.

Mimo ciągle wzrastającej szybkości działania współczesnych komputerów oraz coraz bardziej skomplikowanym algorytmom przetwarzania danych umysł ludzki jest nadal niezastąpiony w wielu żmudnych zadaniach, gdzie automatyzacja byłaby pożądana lub zwiększyłaby bezpieczeństwo i efektywność podejmowanych działań. Zdumiewające jest również to, jak grupa neuronów zdolna jest tak szybko i efektywnie przetwarzać pewne dane i informacje w stosunku do kilkaset milionów razy szybciej taktowanych wielowątkowych i wielordzeniowych procesorów współczesnych komputerów. Nawet przy założeniu, że w mózgu jest 40 mld neuronów, z których część może wykonywać obliczenia równoległe, trudno wytłumaczyć na gruncie informatyki taką efektywność obliczeń, gdyż wielu algorytmów nie można efektywnie zrównoleglić bazując na maszynie Turinga, będącej abstrakcyjnym modelem współczesnych komputerów. Ponadto neurony nie wykonują dowolnych równoległych obliczeń w sposób porównywalny ze współczesnymi procesorami CPU lub GPU. Architektura mózgu i komputerów jest również całkowicie inna. Algorytmy różnią się złożonością obliczeniową, zaś w mózgu większość procesów skojarzeniowych wydaje się zachodzić mniej więcej w tym samym bardzo krótkim czasie. Komputery wykonują obliczenia w wielu rdzeniach procesorów, posługując się pamięcią jak pewnym uporządkowanym magazynem pasywnych komórek przechowujących dane, które są czasami przeszukiwane i przetwarzane. Funkcjonalne części mózgu składają się zaś z reaktywnie działających różnego rodzaju neuronów i komórek glejowych oraz płynu mózgowo-rdzeniowego pełniącego ważną rolę w procesach plastycznych i wymianie danych pomiędzy nimi. Komputery automatycznie nie rekonfigurują swojej wewnętrznej struktury sprzętowej ani ścieżek przesyłania danych, zaś w mózgu bez przerwy zachodzą różnego rodzaju procesy plastyczne zmieniające jego strukturę i siłę połączeń. Różnice pomiędzy współczesnymi komputerami i mózgami są znaczne tak samo jak sposób przetwarzania danych, co pozwala przypuszczać, iż procesy obliczeniowe zachodzą w nich zupełnie inaczej. Inny jest sposób dostępu do przechowywanych danych, jak również sposób ich przywoływania z pamięci. W komputerach struktura pamięci jest uporządkowana w formie struktur tabelarycznych, co pozwala uzyskać dostęp do nich poprzez adres lub indeks. W mózgu nie ma tabel, więc nie można korzystać z adresów ani indeksów. Tabele jednak trzeba przeszukiwać w celu znalezienia potrzebnych danych, zaś mózg zdaje się nie wykonywać takich czasochłonnych operacji. Z drugiej strony tabele można przeszukiwać sekwencyjnie aż do momentu znalezienia pożądanego danych, natomiast proces zapamiętywania i przypominania sobie danych korzystając z biologicznych mechanizmów nie zawsze musi zakończyć się sukcesem. Umysł raczej na pewno nie utrwała wszystkich docierających do niego danych, a proces wywoływania tych utrwalonych bazuje na skojarzeniach i odpowiednim kontekście, którego unikalność i ilość powtórzeń decyduje o możliwości wywoływania utrwalonych treści. Reaktywne struktury nerwowe dysponują więc innymi mechanizmami zapewniającymi im szybki dostęp do przechowywanych danych, informacji oraz pozwalającymi im korzystać z wiedzy. Umysł ludzki dysponuje też inteligencją, pozwalającą mu efektywnie i twórczo rozwiązywać różne zadania, zaś komputery na razie zdane są na inteligencję ludzką oraz jej umiejętność do tworzenia algorytmów.

Niniejsza monografia porusza kilka istotnych zagadnień związanych z działaniem ludzkiego umysłu, formowaniem się wiedzy oraz modelowaniem procesów skojarzeniowych umożliwiających przetwarzanie danych w inny sposób niż obecnie stosowany w informatyce. Zaprezentowano sztuczne systemy skojarzeniowe oraz opisano procesy kojarzenia i formowania się wiedzy. Zdefiniowano nowy model neuronu odwzorowując w nim biologiczne funkcje istotne z punktu widzenia kojarzenia oraz tworzenia się systemów skojarzeniowych.

Opisano znaczenie odgrywających się w neuronach procesów plastycznych w odniesieniu do ich połączeń synaptycznych i do wielkości perikarionu, które umożliwiają im zmianę poziomu dyskryminatywności oraz selektywne określenie kombinacji i układów danych wejściowych, na które będą reagowały aktywacją. Wy tłumaczono, dlaczego stopniowy i zachodzący w czasie proces powracania neuronów do stanu spoczynku (relaksacja) oraz ich stan ograniczonej pobudliwości (refrakcja) odgrywają takie ważne znaczenie w procesach skojarzeniowych. Wprowadzono nową asocjacyjną strukturę danych, która umożliwia odwzorowanie relacji pomiędzy danymi oraz wykonywanie asocjacyjnych obliczeń po ich transformacji do specjalnego grafu składającego się z reaktywnych i plastycznych neuronów. Pokazano, jak taka struktura umożliwia obniżenie złożoności obliczeniowej przeszukiwania i porównywania danych oraz ich kombinacji. Opisano metodologię asocjacyjnych neuroobliczeń grafowych umożliwiających wyeliminowanie zagnieżdżonych pętli iteracyjnych, multiplikację błędów numerycznych oraz problemów ze złożonością obliczeniową. Dzięki temu, iż ten asocjacyjny model obliczeniowy wykorzystuje inne założenia niż przyjęte dla maszyny Turinga, postulaty dotyczące sposobu prowadzenia obliczeń i złożoności obliczeniowej również się zmieniają. Ten model zmienia również sposób traktowania danych, które nie są pasywnie przechowywane w pamięci, lecz wywierają aktywny wpływ na skojarzenia oraz kształtowanie się systemów skojarzeniowych, zmieniając sposób przetwarzania kolejnych danych. Również dane będące nośnikiem informacji nabierają sensu w odniesieniu do wiedzy formującej się w tych systemach poprzez wywoływanie skojarzeń na skutek aktywacji odpowiednich neuronów. Potencjał sztucznych systemów skojarzeniowych zilustrowano na przykładzie sortowania asocjacyjnego ASSORT, asocjacyjnego klasyfikatora ASONN oraz na kilku przykładach z zakresu lingwistyki komputerowej operujących na językach naturalnych. Wprowadzono też nową psycholingwistyczną systematykę osobowości jako istotny składnik ukierunkowujący rozwój inteligencji, umożliwiając adekwatną do potrzeb ludzkich reakcję przyszłych systemów sztucznej inteligencji. Na końcu zdefiniowano asocjacyjną sztuczną inteligencję dysponującą wiedzą oraz możliwościami kojarzenia, definiując nowe ciekawe zagadnienia badawcze dla dalszego rozwoju informatyki.