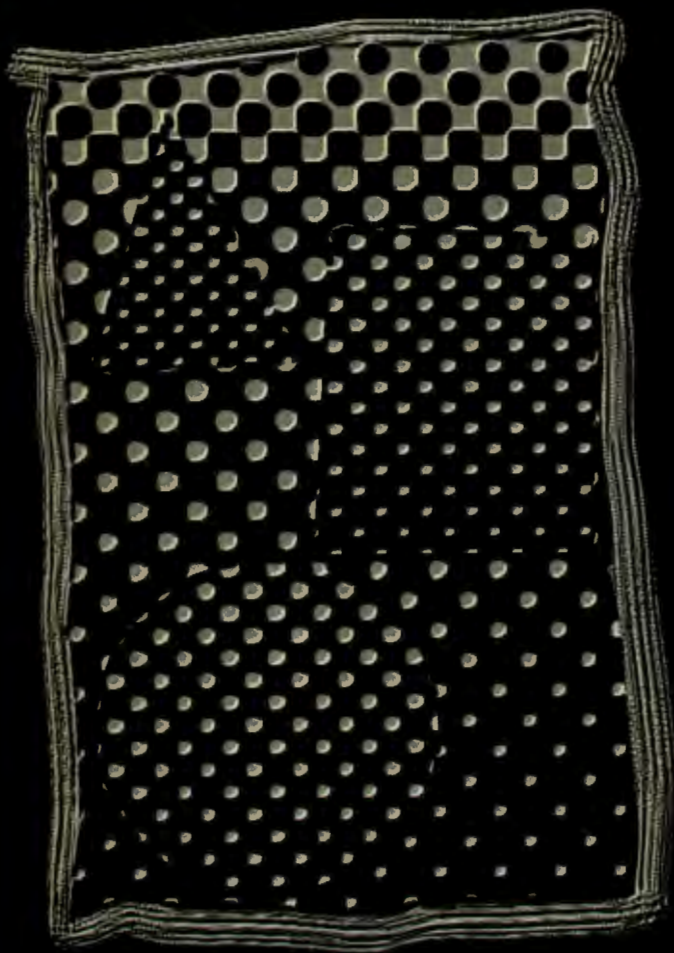


WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI STOSOWANEJ
I ZARZĄDZANIA



Henryk Spustek

ELEMENTY INFORMATYKI

WARSZAWA 2000

18-

Seria: Skrypty WSISiZ

**Skrypt zgłoszony przez
Dziekana Wydziału Zarządzania i Marketingu
dr Barbarę Maźbic-Kulmę**

**WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI STOSOWANEJ I ZARZĄDZANIA**

Henryk Spustek

ELEMENTY INFORMATYKI

Warszawa 2000

© Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania
Warszawa 2000

ISBN 83-88311-17-4



44389

Projekt graficzny okładki: Jan Młynarczyk

Druk:

Zakład Poligraficzny Jerzy Kosiński

Warszawa

2. TROCHĘ HISTORII - CZYLI JAK TO SIĘ ZACZEŁO

Ludzie od dawna zajmowali się budowaniem maszyn liczących. Pierwsze maszyny matematyczne, które łączyły software (systemy logiczne) i elementy hardware zbudowano już w XVII wieku.

Rok 1854 - George Boole - matematyk angielski, jako pierwszy tworzy podwaliny nowoczesnej logiki komputerowej. Punktem wyjścia stał się system dwójkowy (G.W.Leibniz - 1679 r.).

Boole oznaczył "1" jako "prawda" i "0" jako fałsz. Poza dodawaniem i mnożeniem Boole wprowadził także pojęcie tzw. stanu logicznego: "i" (&), "lub" (\vee), "nie" ($\bar{}$).

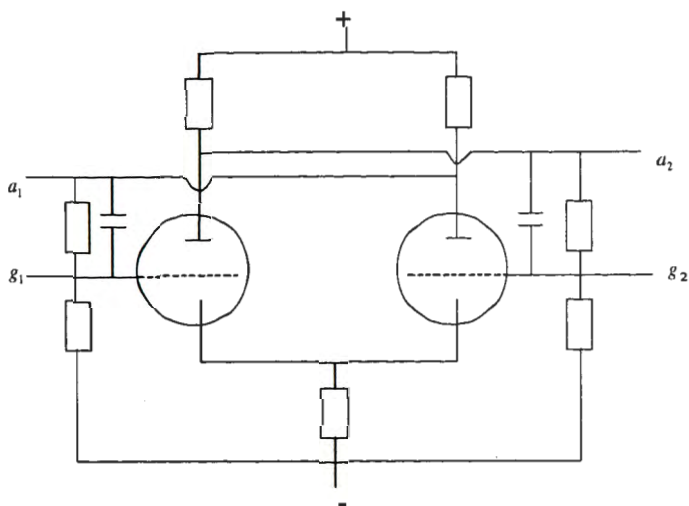
Typowe działania w algebrze binarnej to:

$$\begin{array}{lll} 0 \& 0 = 0 & 0 \vee 0 = 0 & \bar{1} = 0 \\ 0 \& 1 = 0 & 0 \vee 1 = 1 & \bar{0} = 1 \\ 1 \& 1 = 1 & 1 \vee 1 = 1 & \bar{0} \vee 0 = 1 \quad 1 \& \bar{1} = 0. \end{array}$$

Rok 1872 - w Stanach Zjednoczonych zbudowano maszynę sumującą wyposażoną w klawiaturę. Skonstruowana maszyna wykonywała cztery podstawowe działania matematyczne. Następnie Wetzer z Pfronten (Niemcy) udoskonalił maszynę tak aby drukowała wyniki obliczeń na pasku papieru. W ten sposób stworzono podwaliny seryjnej produkcji maszyn liczących w Niemczech.

Rok 1879 - powstaje pierwsza kasa rejestracyjna (Stany Zjednoczone). Ma ona uniemożliwić kradzież pieniędzy przez pracowników. Pokazywane na tablicy kwoty poszczególnych transakcji rozwiązano w sposób mechaniczny, natomiast wielkości kwot tych transakcji podawane w dolarach i centach była odzwierciedlona na taśmie papierowej. I tak, np. osiem dziurek w kolumnie 50 - centowej wskazywało na przeprowadzenie ośmiu transakcji w wysokości tej kwoty. W późniejszym czasie połączono mechanizm liczący z blokadą szuflady z gotówką, która otwierała się tylko przy zaksięgowaniu zainkasowanej kwoty.

Lata 1880 - 86 Hollerith (syn niemieckiego emigranta) pracując przy spisie ludności w USA, zastosował kartę dziurkowaną jako nośnik danych, które mogły być czytane maszynowo. Zauważył, że manualne przetwarzanie danych statystycznych jest czasochłonne i nudne. Wobec tego, wpadł on na pomysł, aby w kartach do liczenia przy odpowiednich pytaniach zamiast pól do ustawiania krzyżyków wykonać otwory. Do dziurkowania opracował specjalne urządzenie, a do odczytu zakodowanych informacji elektryczny aparat kontaktowy.



Ustawienia	Wartość pamięci	Odpowiedź	
		a ₁	a ₂
kasowanie (g ₁)	0	1	0
nadawanie (g ₂)	1	0	1

Rys. 1. Uproszczony schemat przerzutnika opartego o lampy elektronowe wraz z tabelą stanów.

*) źródło: Kronika techniki, Wydawnictwo "Kronika" Warszawa 1992

Rok 1909 - W Niemczech odbywał się spis powszechny ludności, wykorzystano udoskonaloną maszynę Holleritha. Jednocześnie, urządzenia do przetwarzania danych przy pomocy kart dziurkowanych zastosowano w pierwszych dużych przedsiębiorstwach. Pierwsze duże urządzenie tego typu zostało uruchomione w 1911 r. Urządzenie do kart dziurkowanych składało się z dziurkarki, sprawdzarki, sortownika i tabulatora. Tabulator stanowił kołowy licznik sumujący, który wyposażony był w wielocyfrowy wskaźnik elektromagnetyczny.

Rok 1919 - Fizycy W.H.Eccles i F.W.Jordan skonstruowali dwustanowy przełącznik zwany przerzutnikiem, złożony z dwóch lamp wzmacniających - triod. W przerzutniku tym (rys.1) jedna z dwóch triod jest zawsze wyłączona, podczas gdy przez drugą płynie prąd. Zasada ta została zastosowana nie tylko jako elektroniczny kontakt do włączania i wyłączania prądu, ale jako pamięć binarna do przechowywania informacji typu tak - nie, jaką zazwyczaj stosuje się w cyfrowym przetwarzaniu danych.

Rok 1930 - w Cambridge (USA) pracuje pierwszy elektromagnetyczny komputer analogowy.

Rok 1932 - Austria, G. Tauschek buduje pierwszą pamięć bębnową. Powierzchnia obracającego się walca pokryta była ferromagnetycznym lakierem. W niewielkiej odległości od bębna umieszczone były dwie głowice: zapisująca i odczytująca. Bęben o długości ok. 20 cm i średnicy 10 cm magazynował ok. 500 000 impulsów zero - jeden (bit zdefiniowano znacznie później, bo dopiero w 1948 r) przy prędkości obrotowej pomiędzy 6 000 i 15 000 obr/min. Maksymalny czas dostępu do pamięci wynosił ok. $4 \div 10$ ms.

Rok 1936 - R. Valtat (Francja) zgłosił do opatentowania maszynę liczącą której zasada działania oparta była na systemie dwójkowym. Sam system dwójkowy (binarny) został wynaleziony już w 1679 roku przez Leibniza i rozwinięty później przez Boole'a, który poza dodawaniem i mnożeniem wprowadził także pojęcie tzw. stanu logicznego. W przeciwieństwie do systemu dziesiętnego (decymalnego), system dwójkowy wymagał znacznie prostszych elementów rejestracyjnych - wystarczał jeden przełącznik dwupozycyjny. Rolę tę mogła pełnić zwykła przekładana dźwignia, prosty przełącznik typu włącz - wyłącz (np. przekaźnik lub bistabilny przełącznik typu elektromagnetycznego).

Rok 1941 - niemiecki inżynier Konrad Zuse zaprezentował cyfrową maszynę liczącą "Zuse Z3". Była to pierwsza sterowana programowo maszyna

licząca o wysokich parametrach eksploatacyjnych. Maszyna ta posiadała binarny mechanizm liczący z prawie 600 przekaźnikami jako bistabilnymi elementami przełączającymi i pamięcią z ok. 1400 przekaźnikami. Wartości liczbowe wprowadzane były z klawiatury w systemie dziesiętnym. Dane wyjściowe były wyprowadzane przez układ wskaźników lampowych. Program obliczeniowy był perforowany na taśmie filmowej. Rozgałęzienia w jego przebiegu nie były jeszcze możliwe. Obok czterech podstawowych działań matematycznych maszyna realizowała wyciąganie pierwiastków kwadratowych. Jedną z tych operacji trwała około 3 s. Maszyna zbudowana była w większej części z przekaźników telefonicznych.

Rok 1942 - J.V. Atanasoff (USA) wykonał pierwszą sprawną maszynę liczącą w technice lampowej.

Rok 1943 - po raz pierwszy spróbowano zastąpić przekaźniki elektromagnetyczne w automatach liczących lampami elektronowymi. Tak powstały komputery "pierwszej generacji". Komputery te były jeszcze bardzo zawodne.

Rok 1945 - Uniwersytet Pensylwania, uruchomiono pierwszą wielką maszynę liczącą ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). Twórcami ENIAC-a byli J. Presper Eckert i J. W. Mauchly. Maszyna była wyposażona w lampy elektronowe i liczyła 2000 razy szybciej niż komputer z przekaźnikami elektromagnetycznymi. ENIAC zajmował powierzchnię 140 m², posiadał ponad 18 000 lamp elektronowych i 1 500 przekaźników. Zużywał 150 kW mocy. Maszyna ważyła 30 ton. W celu zmniejszenia awaryjności, lampy zużywały tylko 25% ich normalnej mocy cieplnej co powodowało, że częstość uszkodzeń zmniejszyła się do dwóch, trzech lamp na tydzień pracy. Programy były proste, jednak samo programowanie było bardzo skomplikowane. Program układany był na tablicy dyspozytorskiej, a wszelkie połączenia wykonywane były przewodami łączącymi. Nie było możliwe uruchamianie rozkazów warunkowych bądź skoków. Wprowadzanie danych odbywało się za pomocą kart dziurkowanych lub 300 łączników pokrętnych pracujących w systemie dziesiętnym.

Rok 1948 - w toku rozwoju elektronicznych maszyn liczących, opartych na dwójkowym systemie liczbowym, znaczenie praktyczne zyskuje opracowana niemal sto lat wcześniej algebra Boole'a (1854 r.) posługująca się symbolami "tak / nie" (0/1). "Krok binarny" określono jako bit (binary digit) - matematyk J. Tukey. Bit określono jako kwant informacji w przetwarzaniu

danych. Z racji, że zdarzenie logiczne można sprowadzić do zdarzeń elementarnych "tak / nie", staje się ono jednocześnie najmniejszą do pomyślenia jednostką informacyjną, można powiedzieć, kwantem informacji. Za pomocą słowa binarnego o długości n bitów można jednocześnie określić ciąg znaków o 2^n symbolach.

Rok 1949 - Na Uniwersytecie Manchester (Anglia) skonstruowano komputer EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Computer) z programowaniem pamięciowym. Nowość polegała na tym, że zarówno przebieg programu jak i obróbka danych były zakodowane w pamięci maszyny a program zawierał rozkazy warunkowe, które umożliwiały rozgałęzienia i skoki, każdy rozkaz programowy z operacyjną częścią adresową mógł zostać samodzielnie zmieniony przez maszynę.

Rok 1950 - do elektronicznego przetwarzania danych. wykorzystano pierwsze pamięci zbudowane w oparciu o rdzenie ferrytowe. Wykorzystano własności magnetyczne ferrytu. Ferryt jest materiałem magnesowalnym produkowanym jako materiał magnetycznie twardy stosowany do wytwarzania magnesów trwałych i jako materiał magnetycznie miękki, który łatwo można przemagnesować. Do przechowywania danych zastosowano wariant drugi. Mikroskopijny pierścień wykonany z tego materiału może zapamiętać jeden bit, przy czym jego stan namagnesowania w jednym kierunku uważany jest za "jedynekę" a w innym za "zero". Działanie pamięci opartej na tej zasadzie jest następujące: każdemu wyrażeniu binarnemu odpowiada macierz z rdzeni ferrytowych, których liczba odpowiada długości słowa. Rdzenie są uporządkowane tak, jak siatka współrzędnych.

Rok 1950 - powstaje taśma magnetyczna jako tzw. pamięć peryferyjna dla elektronicznych maszyn cyfrowych. Zastępuje ona po raz pierwszy taśmę dziurkowaną lub kartę perforacyjną.

Rok 1954 - J.W. Backhus rozwija język programowania Fortran. Język ten umożliwia dialog pomiędzy użytkownikiem a bankiem danych bez konieczności korzystania z pomocy programisty. W niedługim czasie powstaje biblioteka programów, bardzo użyteczna w praktyce inżynierskiej i fizycznej.

Rok 1955 - w Bell Laboratory (USA) rozpoczyna pracę pierwsza tranzystorowa maszyna licząca "TRADIC", znana pod pojęciem "komputer drugiej generacji". Liczne zalety tego komputera, takie jak: niewielkie rozmiary,

wysoka bezawaryjność, mały pobór prądu, niewysoka cena, stały się przyczyną przełomu w wielu dziedzinach życia.

Rok 1955 - angielska firma EMI wyprodukowała pierwszy skaner, czyli elektroniczny przetwarzacz obrazu połączony z komputerem.

Rok 1958 - amerykańska firma Texas Instruments wykonała pierwszy układ scalony.

Rok 1961 - IBM przedstawia własną metodę "tele - processing". Za pomocą tej metody, dane przekazywane przez telefon przetwarzane są bezpośrednio przez komputer.

Rok 1962 - pojawiają się automaty liczące z tranzystorami i diodami wielkości ziarna. Jest to "trzecia generacja komputerów".

Rok 1963 - IBM buduje szybką drukarkę wierszową "IBM 1403" przystosowaną do pracy z komputerem, która potrafi napisać 600 wierszy w ciągu minuty.

Rok 1965 - w Berlinie rozpoczyna pracę pierwszy w Europie komputer do kierowania ruchem drogowym. Przed wyborami do Bundestagu komputer opracowuje prognozy wyborów.

Rok 1967 - N. Kitz buduje pierwszą biurową maszynę matematyczną.

Rok 1968 - rozpoczyna się "czwarta generacja komputerów", monolityczne układy przełączające zostają zastąpione przez minitranzystory i hybrydowe układy scalone.

Podczas gdy komputery drugiej generacji wykonywały ok. 1 300 dodawań na sekundę, a trzeciej generacji 160 000 dodawań, to nowe urządzenia wykonywały ponad 300 000 tych operacji.

Rok 1975 - IBM wyprodukowała pierwszą drukarkę laserową typu "IBM 3800", która w ciągu godziny mogła wydrukować 8580 stron formatu A4. Drukarka działała na zasadzie fotograficznej.

Rok 1980 - Firmy japońskie Sharp, Casio, Sanyo i Panasonic wprowadziły na rynek pierwsze kieszonkowe komputery. Miały one zaprogramowane funkcje liczące (od podstawowych do kompleksowych). Ponadto były one wyposażone w uproszczony język programowania BASIC. Urządzenia te współpracowały z pamięcią zewnętrzną i drukarką.

Rok 1980 - Rozwój układów scalonych o dużej skali integracji, mających szerokie zastosowanie. Powstają układy scalone zawierające dane zapisane przez producenta (ROM - read only memory). Dane te można jedynie odczytywać, bez możliwości dokonywania zmian. Powstają układy typu PROM (programmable ROM) pozwalające na zapis pewnych funkcji przez użytkownika, EPROM (erasable PROM) możliwe jest kasowanie zawartości pamięci promieniem ultrafioletowym i ponowny zapis nowych danych. Obok układów ROM powstają układy RAM (random access memory) stanowiące pamięć o dostępie swobodnym, pozwalające na wielokrotne zapisywanie i odczytywanie informacji.

Pamięci typu ROM nie tracą zapisanych informacji po wyłączeniu zasilania, zaś w pamięciach typu RAM ulegają one zniszczeniu.

1983 - upowszechniły się dyskietki (ang. Floppy disks) jako peryferyjne pamięci dyskowe komputerów osobistych.

1987 - rozpoczynają się prace nad skonstruowaniem optoelektronicznego komputera. Tego typu urządzenia za kilka dziesięcioleci mogą zastąpić dotychczasową technikę. Podstawowym materiałem dzisiejszej elektroniki jest krzem. Jego elektryczne właściwości pozwalają na produkcję elementów układu, w którym możliwe jest przełączanie się pomiędzy stanem przewodzącym i nieprzewodzącym. Z takich łączników buduje się logiczny układ połączeń. Optoelektronika wykorzystuje łączniki świetlne, które jako nośniki informacji nie wykorzystują przepływu elektronów, lecz przepływ fotonów.

Rok 1988 - międzynarodowy tytuł arcymistrzowski zdobył pierwszy w świecie komputer Deep Thought ("głęboka myśl") symulujący gre w szachy. Komputer ten został zaprogramowany do defensywnego stylu gry i w oparciu o to założenie analizował skuteczność ruchu figur w różnych pozycjach, dzięki czemu możliwym stało się ich porównywanie. Komputer posiadał możliwość przewidywania 10 - 11 ruchów wcześniej a w przypadku sytuacji kryzysowych (w szczególności w przypadku możliwości wykonania tylko jednego posunięcia) był w stanie wydłużyć łańcuch poszukiwań nawet do 30 ruchów. W listopadzie 1988 roku na zawodach szachowych w Long Beach w Kalifornii komputer "Głęboka myśl" wspólnie z Anthonym Milesem zdobył pierwsze miejsce uzyskując 2552 punkty. Październik 1988 roku zaznaczył się eksperymentalnym wprowadzeniem komputera szachowego o sześciu procesorach, "myślącego" z szybkością 2 milionów pozycji na sekundę. W pokazowym meczu w Nowym Jorku o mistrzostwo świata przeciwko Kasparowowi jako

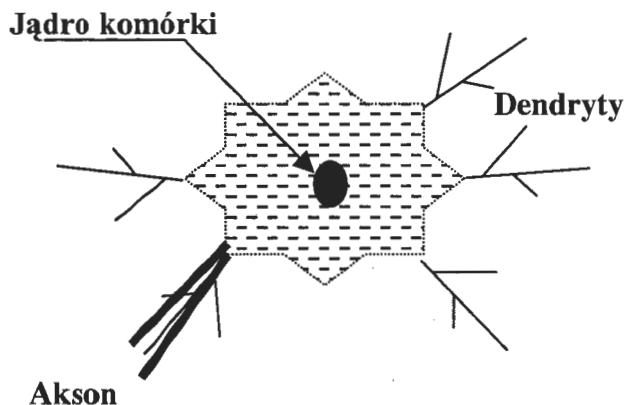
zwycięzcę typowano komputer IBM PS/2 współpracujący z "Głęboką myślą". Jednakże, Kasparow zwyciężył z łatwością, wobec tego powrócono do modelu dwuprocesorowego. W lutym 1990 roku podczas meczu z Kasparowem komputer okazał się znakomitym graczem i do 50 posunięcia osiągnął jeden z najlepszych rezultatów, po czym "przeoczył" łatwy ruch.

Rok 1989 - na całym świecie coraz bardziej rozpowszechniają się wirusy komputerowe, które są w stanie uszkodzić lub całkowicie zniszczyć programy komputerowe. W USA w ciągu ośmiu miesięcy wirusy zaatakowały 48 000 komputerów. Najpoważniejszy wypadek miał miejsce w listopadzie 1988 roku kiedy to w ciągu 36 godzin wirus zaraził 20 000 komputerów poprzez sieć Internet, przedostając się do Niemiec i Austrii. Śledztwo FBI wykazało, że wirusowy program o 500 liniach przesłał dla zabawy do specjalistów od bezpieczeństwa danych w najbardziej znanych firmach komputerowych USA, 23 - letni Robert Morris. Słowo "wirus" zostało zapożyczone przez specjalistów z biologii. Zapożyczenie to okazało się niezwykle trafne, gdyż "zainfekowana" część programu zachowuje się analogicznie jak prawdziwy wirus w komórkach ludzkich. Wirus biologiczny wnika do substancji genetycznej i podporządkowuje sobie funkcjonowanie komórki. Wirusy komputerowe czynią podobnie. Istnieje wiele odmian wirusów komputerowych. Te łagodniejsze jedynie się kopiują, potem zaczynają powielać swoje programy, bardziej agresywne, niszczą wszystko co znajdują w pamięci komputera.

Rok 1996 - odbywa się kolejny pojedynek Kasparowa z komputerem szachowym (Deep Blue) zakończony zwycięstwem Garii Kasparowa 4 - 2 (3 zwycięstwa, 2 remisy i 1 porażka).

Rok 1997 - odbywa się kolejny pojedynek szachowy, wygrany tym razem przez komputer. Przeprowadzona partia zakończyła się przed rozegranie 20 posunięcia⁵. Komputer zawierał w sobie 256 procesorów, zaś liczba procesorów Kasparowa została oceniona na ok. 50 mld neuronów. Neuron jest komórką nerwową wytwarzającą i przewodzącą impulsy nerwowe. Liczba impulsów w mózgu człowieka oceniana jest na ok. 1 bilion. Impulsy neuronu to skomplikowany zespół zjawisk chemicznych i elektrycznych, będących pewnego rodzaju zakłóceniem elektrycznym o potencjale ok. 50 mV

⁵ Artykuł na ten temat można znaleźć w Enter 7 lipca 1997, A.Majkowski Utopiony w błękitcie



Rys. 2. Budowa neuronu

^{*)} źródło: S. Kruk Programowanie w języku assembler, Wydawnictwo PLJ
Warszawa 1992

Dendryty - krótkie wypustki pokryte podobnie jak komórki synapsami końcami innych **aksonów**.

Akson - neuron w otocze.

trwającym ok. 1 ms. Stymulacja komórki nerwowej (neuronu) następuje na jej powierzchni poprzez połączenie zwane **synapsami**.

W rzeczywistości pobudzenie może nastąpić też wzdłuż aksonu (zwanego też **neurylem**). Połączenia pomiędzy neuronami są bardzo zmienne, zależnie od procesu uczenia się, czyli od procesu mniej lub bardziej trwałego gromadzenia informacji.

W dużym uproszczeniu można powiedzieć, że komórka neuronowa poprzez dendryty odbiera sygnały elektryczne pochodzące od synaps (końcówek neuronów transmitujących impulsy) innych komórek. W momencie, gdy potencjał elektryczny przekroczy odpowiednią wartość, komórka sama generuje impuls elektryczny i przez akson rozdzielający się na wiele mniejszych włókien zakończonych synapsami przekazuje go innym neuronom. Jednakże, nie

każdy sygnał docierający do neuronu ma taki sam poziom, czyli inaczej mówiąc nie zawsze „znaczy tyle samo”. Jedne impulsy wejściowe znaczą więcej od innych i mają większy wpływ na generowany impuls wyjściowy. Poziom sygnału docierającego do komórki jest zależny od jakości włókna oraz od odległości pomiędzy synapsą będącą źródłem impulsu a dendrytem transportującym go do neuronu. Mózg nie korzysta z pojedynczych neuronów, lecz z całego ich zespołu, powiązanego za pomocą synaps⁶.

Jedna komórka nerwowa może utworzyć do 10 tys. połączeń między innymi komórkami, otrzymuje więc wiele impulsów od swoich sąsiadów. W języku elektroniki określa się to mianem układu z wieloma wejściami. Neuron posiada jedno wyjście. Usuwanie z układu nerwowego część neuronów, nie spowodujemy większych lub żadnych skutków. Natomiast w układzie cyfrowym komputera jeden nieprawidłowy bit może spowodować w najlepszym razie zakłócenia jego pracy. Jeden niewłaściwy bit w programie maszyny był bardzo drogi podczas nieudanej próby startu rakiety Vanguard (1957 r.).

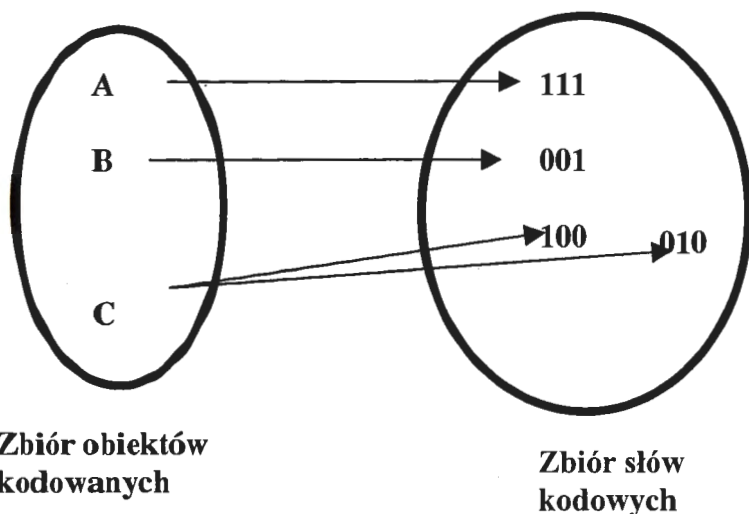
Dokładność "obliczeń" w sieci neuronów jest niewielka, zaś w urządzeniach cyfrowych może być bardzo wielka⁷.

Fizjologowie szacują, że standardowy receptor przyjmuje ok. 14 różnych wrażeń cyfrowych na sekundę. Przy istnieniu 10^{10} komórek nerwowych jako receptorów system nerwowy człowieka przyjmuje 14×10^{10} bitów na sekundę. Jeśli ten potężny strumień informacji nie byłby zatarty z systemu nerwowego i trwałoby to przez 70 lat życia człowieka, to całkowita liczba otrzymanych informacji, czyli całkowita pamięć człowieka wynosiłaby ok. 28×10^{21} bitów czyli 28 tysięcy trylionów bitów.

Ważnym elementem zapewniającym logiczną pracę maszyny cyfrowej jest **KOD**. Pojęcie kodu można porównać do kodu genetycznego. *Kod genetyczny* to pewien program "na życie" istoty żywej. Decyduje on o płci, wyglądzie, wzroście itp. Tu zawarta jest też inteligencja istoty żywej, jej osobowość. Maszyna cyfrowa musi zostać zakodowana ręką i umysłem człowieka. Nie jest w stanie sama nic zmienić w tym kodzie. Stąd też można stwierdzić, że porażka Kasparowa była łatwa do przewidzenia biorąc pod uwagę fakt, że tak naprawdę to był to pojedynek człowieka z samym sobą (algorytm pracy

⁶ Model neuronu i strukturę warstwową sieci neuronowej można znaleźć w bardzo ciekawym artykule J.Kebel Rozum scalony, CHIP 4/1999

⁷ S. Kruk Programowanie w języku assembler, Wydawnictwo PLJ Warszawa 1992



Rys.3. Graficzna interpretacja procesu kodowania
*) źródło: K. Wojtuszkiewicz Jak działa komputer,
Wydawnictwo Mikom Warszawa 1999

maszyny był ściśle zaprojektowany przez człowieka, bazował na wcześniejszych doświadczeniach - rozegranych partiach szachowych).

Ciekawe jest zestawienie prędkości liczenia i siły gry obu konkurentów. O ile prędkości wykonywania obliczeń były diametralnie różne (2 pozycje/s u Kasparowa i 200 mln pozycji/s - w przypadku komputera), to siła gry Kasparowa minimalnie przewyższała możliwości komputera.

Na zakończenie rozdziału - definicja kodowania zaczerpniętą z literatury.

Kodowaniem nazywamy przyporządkowanie poszczególnym obiektom zbioru kodowanego odpowiadających im elementów zwanych słowami kodowymi, przy czym każdemu słowu kodowemu musi odpowiadać dokładnie jeden element kodowany. Ilustruje to rys.3.

Literze A (rys.3) odpowiada sekwencja 111, czyli słowo kodowe 111, literze B odpowiada 001, zaś literze C odpowiadają dwa słowa kodowe 100 oraz 010. Sytuacja taka, w której jednemu znakowi odpowiada więcej niż

jedno słowo kodowe jest nieco niewygodna, lecz nie narusza zasady jednoznacznej reprezentacji znaków w maszynie. Sytuacja odwrotna, kiedy jedno słowo kodowe odpowiadałoby więcej niż jednemu znakowi w maszynie byłaby niedopuszczalna (porównaj z definicją funkcji)⁸.

⁸ Definicję funkcji można znaleźć np. w J. Kłopotowski i inni, *Matematyka dla studiów ekonomicznych*. SGH, Warszawa 1999

Dotychczasowe wydawnictwa WYŻSZEJ SZKOŁY INFORMATYKI STOSOWANEJ I ZARZĄDZANIA

- Z. Stachowiak: *Ekonomia. Zarys podstawowych problemów*. 1998; Wyd. 2. 2000.
- Z. Mikolejko: *Elementy filozofii*. 1998; Wyd. 2 popr. i rozsz. 1998; Wyd. 3 popr. i rozsz. 1999.
- W. Arczewska: *Bazy danych Oracle* 1998; Wyd. 2 popr. i rozsz. 1999; Wyd. 3 popr. 1999.
- S. Bożek, P. Cholaĳda, G. Szkatuła: *Wstęĳ do bazy danych MS Access dla Windows 95*. 1998.
- T. Łuba: *Podstawy układow logicznych*. 1998; Wyd. 2 popr. 1999.
- G. Szkatuła, A. Pogorzelec: *Ćwiczenia z bazy danych Microsoft Access 97*. 1999; Wyd. 2 rozsz. 1999.
- A. Źochowski: *L E M Laboratorium eksperymentów matematycznych*. 1999; Wyd. 2. popr. 2000.
- J. Hołubiec, red.: *Analiza systemowa w finansach i zarzadzaniu. Wybrane problemy*. 1999.
- M. Doros: *Przetwarzanie obrazów. Materiały pomocnicze. Cz.1, 2*. 1999; Wyd. 2 popr. 1999.
- L. Oleksyn: *Istota, zakres i cechy rachunku kosztów*. 1999.
- L. Oleksyn: *Zadania rachunku kosztów w zarzadzaniu*. 1999.
- L. Oleksyn: *Ekonomia - zarys wykladu*. 1999.
- Z. Nahorski: *Metoda najmniejszych kwadratów. Cz. 1, 2*. 1999.
- O. Hryniewicz: *Wykłady ze statystyki*. 1999.
- P. Cholaĳda: *Systemy informatyczne w MS ACCESS 97 PL*. 1999.
- K. Liderman: *Bezpieczeństwo informacji w systemach informatycznych*. 2000.
- M. Barszczewski: *Zarzadzanie sieciami telekomunikacyjnymi*. 2000.
- J. Borkowski, M. Dyrda, L. Kanarski, B. Rokicki: *Wybrane problemy psychologii organizacji. O konflikcie i negocjacjach*. 2000.
- J. Jarmakiewicz: *Sieci teleinformatyczne. Cz. 1, 2*. 2000.
- T. Łuba: *Synteza układow logicznych*. 2000.
- H. Spustek: *Elementy informatyki*. 2000.

IBS PAN

44389

**WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI STOSOWANEJ
I ZARZĄDZANIA**

pod auspicjami
Polskiej Akademii Nauk

ZAŁOŻYCIELEM

Wyższej Szkoły Informatyki Stosowanej i Zarządzania

jest

Fundacja Krzewienia Nauk Systemowych

powołana z inicjatywy

Prezesa

POLSKIEJ AKADEMII NAUK

FUNDATOREM

Fundacji Krzewienia Nauk Systemowych

jest

POLSKA AKADEMIA NAUK

ORGANEM

sprawującym nadzór jest

MINISTERSTWO EDUKACJI NARODOWEJ

Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania

prowadzi studia wyższe na kierunkach:

INFORMATYKA

ZARZĄDZANIE I MARKETING

SIEDZIBA

Instytut Badań Systemowych

Polskiej Akademii Nauk

ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa