

„Potrzeba matką wynalazków...”

Płatek Małgorzata

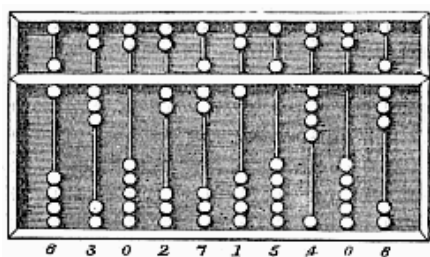
Spis treści

1. Początki	3
1.1. Od liczydła do komputera	3
1.2. Pierwszy komputer	6
1.3. Pierwsza generacja komputerów.....	8
1.4. Druga generacja komputerów	11
1.5. Trzecia generacja komputerów	13
1.6. Czwarta generacja komputerów	16
2. Wnioski na podstawie historii	22
2.1. Miniaturyzacja	22
2.2. Moc obliczeniowa	22
2.3. Obsługa i komunikacja z komputerem	22
2.4. Powszechność i Internet	23
3. Tendencje, które obserwujemy dziś	24
3.1. Miniaturyzacja	24
3.2. Moc obliczeniowa	24
3.3. Obsługa i komunikacja z komputerem	25
3.4. Powszechność	25
3.5. Integracja wielu zastosowań	26
3.6. Internet	27
3.7. Sztuczna inteligencja	27
3.7.1. Gry logiczne	28
3.7.2. Systemy eksperckie (ekspertowe)	29
3.7.3. Język naturalny	30
3.8. Sieci neuronowe	30
3.9. Robotyka	33
4. Projekty, które nie wyszły jeszcze poza laboratorium	32
4.1. Nanokomputery elektroniczne	32
4.2. Nanokomputery chemiczne i biochemiczne (organiczne)	33
4.3. Nanokomputery mechaniczne	33
4.4. Nanokomputery kwantowe	34
5. Czego możemy się spodziewać w przyszłości ???	35
5.1. Miniaturyzacja	35
5.2. Moc obliczeniowa	35
5.3. Obsługa i komunikacja z komputerem	36
5.4. Powszechność	36
5.5. Internet	37
5.6. Sztuczna inteligencja	37
Spis rysunków	38
Bibliografia	41

1. Początki ...

1.1. Od liczydła do komputera....

Już w starożytności ludzie mieli potrzebę liczenia np. ludności, ilości zbiorów, wojsk, podatków itp. Na początku radzili sobie za pomocą odkładania kamieni, a zapisywali poprzez karbowanie kresk na kiju. Jednak było to pomocne do małych obliczeń. W przypadku dużych obliczeń doszła potrzeba, skonstruowania bardziej zaawansowanych



Rys.1 Abakus

urządzeń, co doprowadziło do powstania pierwszych liczydeł tzw. abakusów(rys.1)¹. Wraz z rozwojem matematyki rozwinęły się przyrządy do obliczeń. W

okresie Renesansu bardziej zaawansowane obliczenia wykonywano przy pomocy tablic matematycznych i

suwaka logarytmicznego, będącego udoskonaleniem tabliczek Napiera (zwanych również kostkami Napiera -



Rys.2 Kostki Napiera

rys.2). John Napier, szkocki teolog, matematyk, projektant

broni (wsławił się między innymi projektem luster skupiających promienie i mających wysyłać promienie śmierci), odkrył w 1614 roku **logarytmy**. Zamieniając liczby na ich logarytmy można

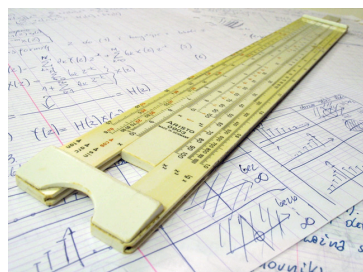
zastąpić mnożenie znacznie łatwiejszym dodawaniem i do tego

celu właśnie służyły tabliczki Napiera. Tablic logarytmicznych

oraz suwaków logarytmicznych (rys.3) używano do obliczeń

jeszcze w pierwszej połowie lat siedemdziesiątych, w końcu wyparły je kalkulatory².

Suwak logarytmiczny to urządzenie analogowe. Daje odpowiedzi przybliżone, jego elementy (okienko i linijkę) przesuwa się w sposób ciągły, a wyniki określa za pomocą pomiarów długości³.



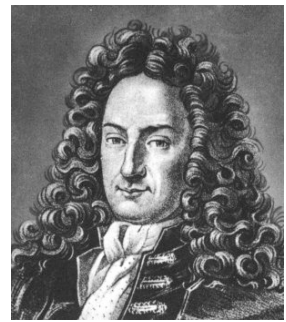
Rys. 3 Suwak logarytmiczny

¹ <http://www.math.edu.pl/liczydlo-abakus>

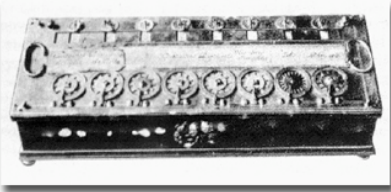
² Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s.18.

³ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s.19.

Jednym z pierwszych mechanicznych urządzeń liczących był wynaleziony w 1642 roku sumator Pascala. Jego twórcą był 19 letni francuski filozof, matematyk i fizyk Blaise Pascal. „Pascalina”, bo tak nazywano ów sumator, umożliwiał jedynie dodawanie, a odejmowanie, mnożenie czy dzielenie liczb było skomplikowane⁴.



Rys. 4 Gottfried Wilhelm Leibniz

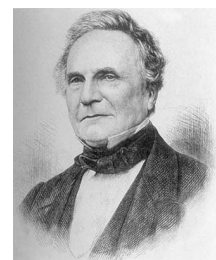


Rys. 5 Kalkulator Leibniza

Niemiecki filozof, matematyk, prawnik, inżynier - mechanik, fizyk i dyplomata - Gottfried Wilhelm Leibniz (rys. 4) w 1675 odkrywa rachunek różniczkowy, system dwójkowy, rachunek logiczny⁵. Stworzył on projekt urządzenia, które miało wykonywać dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie tzw. Kalkulator Leibniza (rys. 5) oraz projekt maszyny liczącej w systemie dwójkowym⁶. System dwójkowy używany w dzisiejszych

komputerach, został wykorzystany dopiero 200 lat później.

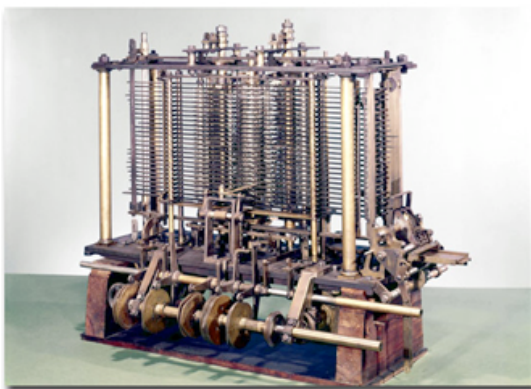
Obliczenia astronomiczne i kartograficzne wymagały coraz większej dokładności obliczeń, co pociągało za sobą konieczność tworzenia urządzeń o coraz większych możliwościach. Angielski matematyk, astronom i mechanik Charles Babbage (rys. 6) stworzył dwa projekty, których konstrukcja jest najbliższa dzisiejszym komputerom. Pierwszym z nich była tzw. „maszyna różnicowa”, jej



Rys. 6 Charles Babbage

zadaniem było obliczanie tablic logarytmicznych, a prototyp ukończony został w 1822 roku. Wymagania dotyczące precyzji części mechanicznych były jak na owe czasy zbyt duże,

dlatego też dopiero po 20 latach szwedzki wynalazca Pehr Scheutz opierając się o projekt Charlesa Babbage'a, zbudował zmodyfikowaną wersję maszyny różnicowej. Oryginalny projekt powstał dopiero w 1992 roku i można go zobaczyć w muzeum techniki w Londynie.



Rys. 7 Maszyna analityczna

Drugim projektem Babbage'a była „maszyna analityczna”. Miała wykonywać nie tylko działania arytmetyczne jednego typu, a działania

⁴ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s.24.

⁵ http://pl.wikipedia.org/wiki/Gottfried_Wilhelm_Leibniz .

⁶ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 25.

zgodne z określoną przez operatora instrukcją. Zakładano, że będzie napędzana energią pary, a zbudowana głównie z kółek zębatach. Maszyna składała się z trzech części. Pierwszą z nich był tzw. „skład”, którego zadaniem było przechowywanie rezultatów pośrednich obliczeń, pełnił więc rolę pamięci. „Młyn”, jako kolejna część, spełniał rolę arytmometru, wprowadzając dane ze składu i wykonując na nich operacje arytmetyczne⁷. „Mechanizm sekwencyjny” zwany programem, jako trzecia część, miał decydować o tym, które dane pobierać ze składu i jakie wykonywać na nich operacje. Pierwsze komputery cyfrowe zbudowane były dokładnie z takich trzech części. Do wprowadzania danych Babbage planował użyć kart dziurkowanych, stosowanych wówczas przez J. Jacquarda w napędzanych silnikiem parowym maszynach tkackich. Maszyna analityczna nigdy nie została ukończona. Nawet w dzisiejszych czasach bardzo trudno byłoby zbudować tak skomplikowane urządzenie⁸.



Rys. 8 Herman Hollerith



Rys. 9 Maszyna tabulacyjna

maszynę do wprowadzania, sortowania i podliczania danych wykorzystującą perforowane karty. Wynalazek ten pozwolił amerykańskim instytucjom zajmującym się spisami ludności, zredukować czas obliczania danych z dziesięciu lat do dwu i pół roku. Hollerith ustalił standardowy format dziurkowanej karty w rozmiarze banknotu jednodolarowego. W 1896 roku założył przedsiębiorstwo *Tabulating Machine Company*, z którego w

1924 roku powstał koncern *International Business Machines* czyli *IBM*⁹. Maszyny do przetwarzania danych w okresie międzywojennym przeszły znaczną ewolucję - w jej wyniku doszło także do powstania maszyn do księgowości, zwanych również tabulatorami.

Chociaż to właśnie rynek zastosowań administracyjno-biznesowych jest w znacznej mierze siłą napędową masowej komputeryzacji, do powstania komputerów w ogromniej mierze przyczyniła się również astronomia¹⁰. Określenie położenie statku na

⁷ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 27.

⁸ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 28.

⁹ <http://www.grafull.mtvk.pl/historiakomputera/3hollerith.htm> .

¹⁰ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 29.

morzu, kiedyś nie było takie łatwe. W rozwiązaniu tego problemu pomogli kartograf Tobias Mayer i matematyk Leonard Euler, opracowując tablice położenia Księżyca. Na podstawie tych wyników Królewskie Obserwatorium rozpoczęło wydawanie „*Almanachu Nautycznego*”. W 1926 roku Leslie Comrie (rys. 10) jako osoba odpowiedzialna za wydawanie Almanachu, doszedł do wniosku, że tylko mechaniczne obliczenia mogą poprawić jego dokładność i wiarygodność. Do osiągnięcia tego celu

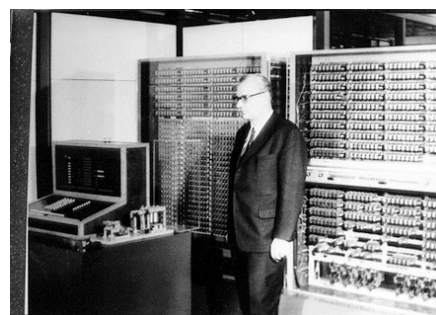


Rys. 10 Leslie Comrie

wypożyczył tabulatory Holleritha i zorganizował obliczenia położenia Księżyca aż do roku 2000. Dzięki temu osiągnął sukces, a podobne centrum obliczeniowe powstało na Uniwersytecie Columbia. Na potrzeby Armii Comrie wraz z grupą specjalistów tworzył tablice balistyczne, które miały pomóc w ocenie dokładności strzałów artyleryjskich zależnie od kąta wystrzału i kierunku wiatru. W czasie wojny wzrosło również zapotrzebowanie na dokładniejsze dane nawigacyjne, a dokładniej, przeliczenie ich na różne pory dnia a nie tak jak wcześniej na jedną¹¹.

1.2. Pierwszy komputer...

Niemiecki inżynier, konstruktor, pionier informatyki Konrad Zuse to twórca pierwszego komputera, działającego w systemie binarnym¹². Komputery jego autorstwa zalicza się do komputerów zerowej generacji. Charakterystyczne dla nie jest to, że ich budowa oparta jest na przełącznikach. Przez 200 lat idee



Rys. 11 Konrad Zuse przy komputerze Z-3

dwójkowej reprezentacji liczb wysunięte przez Leibniza nie były wykorzystywane. Budowano kalkulatory działające w systemie dziesiętnym, zbudowano arytmometr działający w systemie ósemkowym, a system dwójkowy, w którym posługujemy się tylko dwoma cyframi, 0 i 1, pojawił się dopiero w maszynach na przełącznikach. Dla przełączników dwójkowa reprezentacja jest naturalna, gdyż przełączniki to po prostu

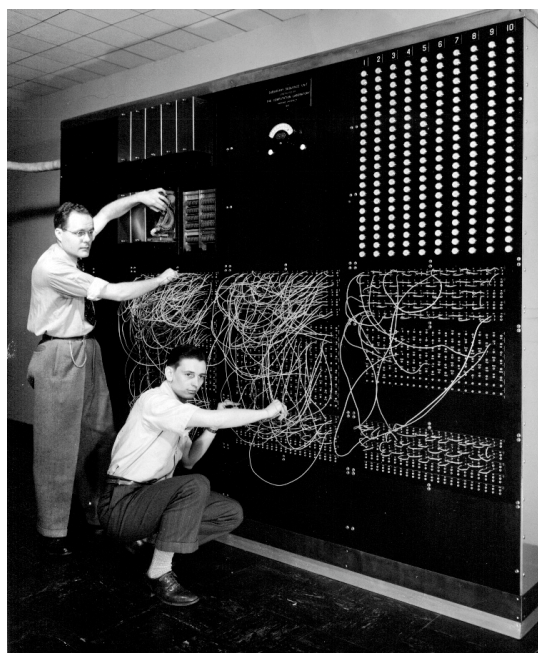
¹¹ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 29-30.

¹² http://pl.wikipedia.org/wiki/Konrad_Zuse .

sterowane wyłączniki: są albo włączone i przepuszczają prąd, albo wyłączone i prądu nie przepuszczają¹³.

Jako inżynier młody inżynier budowlany zauważył, że powinno być możliwe przekazanie automatu stale powtarzających się obliczeń. Zgodnie z powiedzeniem „*potrzeba matką wynalazków*” w 1941 roku powstało pierwsze tego typu urządzenie o nazwie „Z-3”. Maszyna ta uznawana jest za pierwszy komputer o sterowanym programie obliczania¹⁴. Jediną wadą był brak możliwości przechowywania programu wraz z danymi w pamięci. Z uwagi na fakt, iż chciał on wykonywać obliczenia na tysiącach operacji ułożonych w sensowanej kolejności, używał pamięci jedynie do przechowywania liczb. Z-3 składał się z oddzielnych modułów, takich jak czytnik taśmy perforowanej, jednostka sterująca, jednostka arytmetyki zmiennoprzecinkowej oraz urządzenia wejścia/wyjścia (bardzo podobnie do nowoczesnych komputerów).

Mark I (rys.) jest tak jak Z-3 uważany za jeden z pierwszych komputerów cyfrowych. Zbudowany był z przełączników, przekaźników, obracających się wałków i sprzęgieł, a opisano go, iż wydaje dźwięki jak „cały pokój szydełkujących kobiet”. Maszyna zawierała ponad 750.000 elementów, miała długość 50 stóp, była wysoka na 8 stóp i ważyła w przybliżeniu 5 ton. Urządzenie składało się z wielu kalkulatorów pracujących nad fragmentami tego samego problemu pod kierunkiem pojedynczej jednostki sterującej. Instrukcje były wczytywane z taśmy papierowej, dane dostarczano na kartach perforowanych, a urządzenie to mogło wykonywać operacje jedynie w takiej kolejności, w jakiej były pobierane. Maszyna ta była oparta na liczbach o długości 23 cyfr-kalkulator mógł dodać lub odjąć dwie takie liczby w ciągu trzech dziesiątych sekundy, pomnożyć je w ciągu czterech sekund i podzielić w dziesięć sekund¹⁵.



Rys. 12 Komputer Mark I

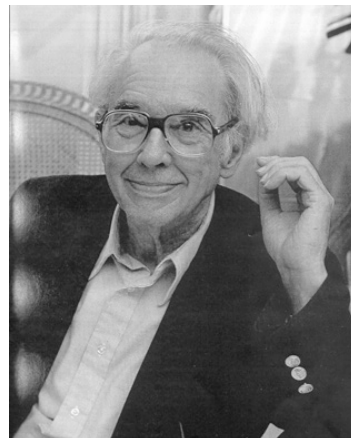
¹³ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 30.

¹⁴ Hans Kaufmann, *Dzieje komputerów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980, s. 110.

¹⁵ http://edu.i-lo.tarnow.pl/inf/hist/001_komp/1939ad.php .

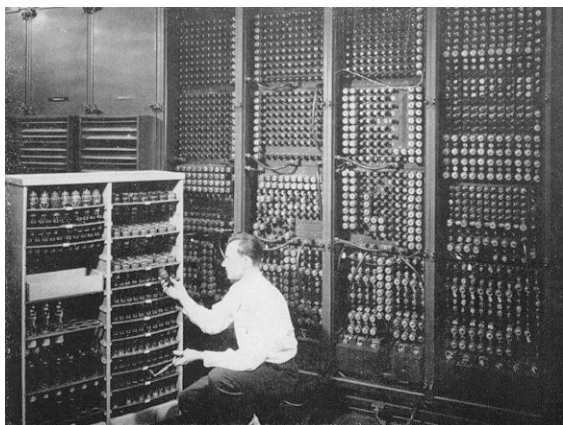
1.3. Pierwsza generacja komputerów...

Pierwsza generacja to komputery budowane przy wykorzystaniu lamp radiowych od połowy lat czterdziestych do końca pięćdziesiątych. Wyróżnia te komputery brak języków programowania - programy w tym okresie tworzone w językach maszynowych. Komputery tej generacji wykorzystywano głównie do przetwarzania informacji i obliczeń naukowych. Dane przechowywano głównie na tamach (bębnach) magnetycznych, a programy wprowadzano do pamięci przy pomocy perforowanej taśmy oraz dziurkowanych kart¹⁶.



Rys. 13 John Atanasoff

Jednym z przedstawicieli jest komputer ABC czyli Atanasoff-Berry Computer. Profesor matematyki i fizyki Uniwersytetu Stanowego Iowa w USA, John Atanasoff (rys.



Rys. 14 ENIAC

13) i jego doktorant Clifford Berry skonstruowali go w latach 1937-42. Była to w pełni elektroniczna maszyna, której prototyp działał już w 1939 roku. Pracowała wykorzystując arytmetykę binarną i miała pamięć wykorzystującą lampy próżniowe i kondensatory. Nie był to jednak układ programowalny. Atanasoff nie potrafił przekonać rządu USA czy wielki firm produkujących sprzęt biurowy o potrzebie budowy takiej maszyny¹⁷.

ENIAC (rys. 14), zbudowany w USA w 1946 roku na potrzeby armii, tak naprawdę to on a nie ABC zapoczątkował erę współczesnych, elektronicznych komputerów. Elektronika w ówczesnym sensie tego słowa nie odznaczała się zbyt wielką niezawodnością. Okres wytrzymałości żarzonych katod w lampach oraz wysoka tolerancja parametrów były przyczynami zasadniczymi. Sam ENIAC miał 18.000 lamp, pracował przy

¹⁶ <http://www.superkomputery.technetium.pl/> .

¹⁷ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 30.

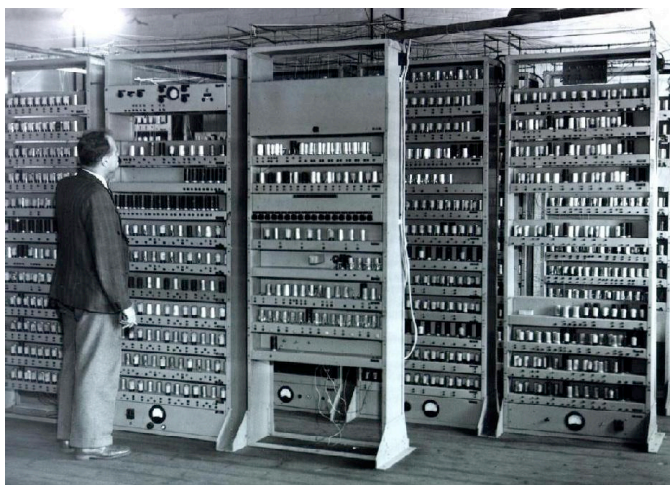
częstotliwości 100 kHz, także każdego dnia było 10^{14} możliwości, by powstał fałszywy impuls. Jednak na przekór tym wszystkim ostrzeżeniom maszyna została zbudowana. Głównymi projektantami maszyny byli J. W. Mauchly i J. P. Eckert w 1942 roku¹⁸. ENIAC był ogromną maszyną : ważył 30 ton i wymagał 175 kilowatów mocy, wypełniając prostokąt 7 na 13 metrów. Głównym jego zadaniem miało być obliczanie tablic zasięgu pocisków dla artylerii oraz praca nad programem budowy bomby wodorowej. W ciągu sekundy komputer potrafił wykonać 5000 dodawań, 350 mnożeń lub 40 dzieleni. Później maszyna zastosowana była również do obliczeń naukowych i inżynierskich¹⁹.

Zmiana programu - poleceń, które ma wykonać maszyna - we wszystkich dotychczas opisywanych komputerach wymagała zmian jego połączeń. Wynalazcy, konstruktorzy, inżynierowie dążyli do tego aby dane i program były przechowywane w tej samej postaci : w pamięci.



Rys. 15 John von Neumann

Podążając za tą ideą amerykański inżynier, chemik, fizyk, matematyk i informatyk



Rys. 16 EDSAC

John von Neumann²⁰(rys. 15) jako pierwszy stworzył projekt takiego komputera znanego pod nazwą „maszyna z Princeton”²¹. Naukowiec bardzo interesował się meteorologią, stąd jednym z pierwszych zastosowań zbudowanego przy jego pomocy komputera było przewidywanie pogody.

W 1949 roku powstały dwa projekty maszyn wykorzystujące

kluczową ideę von Neumanna : program i dane dla niego powinny być przechowywane w pamięci komputera w tej samej, binarnej postaci. Do dziś dnia większość komputerów nazywa się „maszynami von Neumanna”. Jednym z tych projektów był EDSAC (rys. 16) (*Electronic Delay Storage Automatic Computer* czyli elektroniczny automatyczny komputer

¹⁸ Hans Kaufmann, *Dzieje komputerów*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980, s. 113.

¹⁹ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 32.

²⁰ http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Biografia_Neumann%2C_John .

²¹ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 33.

z opóźnionym przechowywaniem danych - w odniesieniu do pamięci komputera), który powstał w Anglii, na Uniwersytecie w Cambridge, pod kierownictwem Maurice Wilkesa²². Drugim projektem był EDVAC - *Electronic Discrete Variable Automatic Computer* czyli elektroniczny komputer posługujący się dyskretnymi zmiennymi²³. Komputer ten zawierał ok. 4000 lamp elektronowych i 10.000 diod kryształkowych, a według raportu z 1956 roku bezawaryjny czas pracy wynosił ok. 8 godzin²⁴.

Kolejnym naukowcem, który zapisał się w historii komputerów jest Alan Turing, który jest twórcą teorii automatów, dziedziny stanowiącej matematyczne podstawy teorii obliczeń²⁵. W 1937 roku pracując nad koncepcją obliczalności funkcji matematycznych, opisał bardzo prostą maszynę logiczną tzw. „*maszynę Turinga*”. Zbudowana była z taśmy pamięci, która mogła być dowolnie przedłużona, zawsze ze skończoną liczbą zapisanych znaków, a w części powtarzającej była opracowywana w ten sposób, że znak na taśmie każdorazowo miał być zastąpiony przez inny i maszyna przechodziła przy tym do nowego, jednego z możliwych stanów. Znaczenie rozważań Turinga i jego urojonej, teoretycznej maszyny polega na tym, że dzisiejszy komputer jest w zasadzie, dokładnym powtórzeniem maszyny Turinga²⁶.

W czasie wojny Turing należał do grupy ekspertów zaangażowanych w odszyfrowywanie niemieckich szyfrów. Niemalą rolę w tej pracy grał polski wywiad, który dostarczył Anglikom kopię niemieckiej maszyny szyfrującej „*Enigma*”. Dla potrzeb deszyfracji zbudowano imponującą maszynę liczącą o nazwie „*Colossus*”. Analizowała ona tysiące wiadomości dziennie poszukując właściwego klucza (zmienianego trzy razy dziennie), dzięki któremu Enigma mogła odcyfrować wiadomości.

Rok 1951 można uznać za przełomowy ponieważ w tym roku powstał pierwszy na świecie elektroniczny komputer ogólnego przeznaczenia. Jego twórcami byli



Rys. 17 UNIVAC

John Eckert i John Mauchly z *Eckert- Mauchly*

C o m p u t e r

²² Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 33.

²³ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 34.

²⁴ http://edu.i-lo.tarnow.pl/inf/hist/001_komp/1946ad.php .

²⁵ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 34.

²⁶ Hans Kaufmann, *Dzieje komputerów*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980, s. 106.

Corporation²⁷. Był to pierwszy komputer sprzedawany komercyjnie, a jego pierwszy egzemplarz nabyło amerykańskie biuro rządowe zajmujące się opracowywaniem wyników spisu powszechnego. Głównym programistą UNIVAC-a była pani doktor Grace Hooper (późniejszy komandor marynarki wojennej USA). Była ona też jednym z inspiratorów powstania popularnego języka komputerowego o nazwie *COBOL*. Od tej pory era komercyjnych komputerów rozpoczęła się na dobre²⁸.

1.4. Druga generacja komputerów...

Komputery generacji drugiej produkowano w latach 1959-1964 z wykorzystaniem tranzystorów. Komputery na tranzystorach były mniejsze, tańsze, zużywały mniej prądu i były bardziej niezawodne, dzięki czemu można było je stosować w sytuacjach wymagających dłuższych obliczeń. Charakterystyczne jest też to, że w komputerach tej generacji pojawiły się pamięci ferrytowe, złożone z malutkich magnesów w kształcie pierścieni nanizanych na siatkę drutów. Prąd przepływający przez druty mógł zmienić namagnesowanie pierścienia, zapisując w ten sposób dwie możliwości: namagnesowany lub nie. Dostęp do tak przechowywanych danych możliwy jest w ciągu milionowych części sekundy, podczas gdy dostęp do danych zapisanych na bębnie magnetycznym wymaga tysięcznych części sekundy. Wprowadzenie pamięci ferrytowych oznaczało więc ogromne przyspieszenie obliczeń²⁹.

Zmieniając stan namagnesowania pamięci ferrytowe wydawały wysokie dźwięki. Dla komputerów w nie wyposażonych opracowano nawet specjalne programy demonstracyjne odtwarzające w czasie pracy skomplikowane utwory muzyczne np.

„*Taniec z szablami*”.typowe zastosowania tych komputerów to przetwarzanie informacji, księgowość i obliczenia naukowo-inżynierskie. Programy uruchamiano wczytując informację z dziurkowanych kart, a wyniki odbierano w postaci wydruków³⁰.



Rys. 18 CDC 1604 Jednym z reprezentantów tej grupy komputerów jest CDC 1604,

²⁷ http://pl.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_I .

²⁸ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 35.

²⁹ <http://www.superkomputery.technetium.pl/> .

³⁰ Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997, s. 36-37.

którego twórcą był amerykański informatyk Seymour Cray. Komputer ten składał się wyłącznie z tranzystorów, jego moduły były przechowywane w 116 rzędach za masywnymi drzwiami, wiatraki wdmuchiwały powietrze poprzez moduły aby je schłodzić, a pochłaniał ok. 10 KW energii³¹.

W 1961 roku firma IBM zbudowała komputer IBM 7030. Był on 30 razy szybszy niż poprzedni model, dzięki czemu stał się najszybszym komputerem na świecie. Nowością było to, że jeden bajt stanowił 8 bitów, czyli tak jak obecnie. Niedługo później Fernando Corbató stworzył system CTSS. Dzięki niemu stało się możliwe korzystanie z jednego komputera przez wielu użytkowników.

W 1962 r. na uniwersytecie w Manchesterze został przedstawiony komputer *ATLAS*. Była to najwydajniejsza maszyna na świecie, gdyż mogła wykonać 200.000 operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę. W komputerze po raz pierwszy została użyta pamięć wirtualna i stronicowanie pamięci. Przełomowym momentem dla graczy było wynalezienie w tym roku pierwszej gry komputerowej - *Spacewar*. Była ona przeznaczona dla dwóch graczy. Gra była oparta tylko na trybie tekstowym. W tym samym roku Ivan Sutherland stworzył pierwszy system graficzny. Potrafił on wyświetlać obrazy na ekranie, a nie tak jak to było wcześniej tylko tekst. Pod koniec roku Ken Iverson z uniwersytetu w Harvardzie stworzył język *APL (A Programming Language)*, który służył głównie do zapisu wzorów matematycznych na komputerze³².

W 1963 r. Narodowy Instytut Standardów w USA (ANSI) zaakceptował standard ASCII w wersji siedmiobitowej. Dzięki temu stała się możliwa bezproblemowa wymiana informacji pomiędzy maszynami różnych producentów. W tym samym roku powstała mysz, którą zaprojektował Douglas Engelbert.

W 1964 r. stworzono język programowania *BASIC* przez studentów z uniwersytetu Dartmouth. Nieznacznie później firmy IBM i American Airlines stworzyły system *SABRE*. Wspomagał on proces rezerwacji biletów lotniczych. Firma *Control Data Corporation* przedstawiła pierwszy komercyjnie dostępny superkomputer. Był to model 6600. Pod koniec roku firma IBM przedstawiła tzw. "rodzinę komputerów". Polegała na tym, że każda maszyna jest ze sobą kompatybilna. Są to pierwsze urządzenia trzeciej generacji³³.

³¹ http://www.superkomputery.technetium.pl/karta_generacja_druga/cdc1604.htm .

³² <http://www.e-expert.com.pl/index2-3.html> .

³³ <http://www.e-expert.com.pl/index2-3.html> .

1.5. Trzecia generacja komputerów...

Trzecia generacja (1965 - 1970) to komputery działające na układach scalonych. Układ scalony (Rys. 19) jest to układ elektroniczny, w którym elementy czynne (tranzystory) i bierne (rezystory, kondensatory, diody) oraz połączenia między nimi są wytworzone w jednym cyklu technologicznym, na



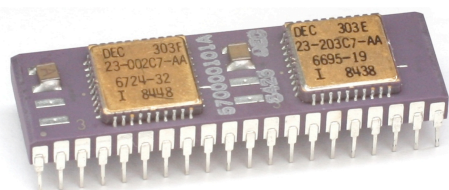
Rys. 20 System/360 (IBM)

wspólnym podłożu, a następnie montowane w większych obudowach z wyprowadzeniami umożliwiającymi łatwy montaż.³⁴ Pierwsze układy scalone powstały na przełomie lat 50 i 60, i zawierały od kilku do kilkunastu elementów. IBM już w 1964 roku zapowiedziało (pierwsze modele sprzedano w 1965 roku) swój najnowszy komputer System/360 (Rys. 20) oparty na nowszych podzespołach elektronicznych, niż dotychczasowe modele. Poprzednie maszyny IBM były tworzone niezależnie i często specjalnie dostosowywane pod

klienta. Wszystkie komputery z nowej rodziny miały natomiast ten sam zestaw instrukcji użytkownika. Do konkretnych zadań można było je przystosować za pomocą ponad 40 różnych urządzeń peryferyjnych, dzięki czemu ten sam komputer można było używać do naukowych prac badawczych, jak i do przetwarzania danych w firmach z sektora prywatnego. Ponadto rodzina System/360 pozwalała łatwo i niewielkim kosztem rozbudować pamięć i potrafiła wykonać od 33 000 (w najtańszych modelach) do 750 000 dodawań na sekundę (w najdroższych).³⁵

Również w roku 1965 firma DEC (Digital Equipment

Corporation) przedstawiła swój najnowszy minikomputer PDP-8 (Rys. 21).



Rys. 19 Jeden z układów scalonych komputera PDP-11 (DEC).



Rys. 21 PDP-8 (DEC)

³⁴ <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3990973> .

³⁵ http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_intro2.html .

W tym okresie przedrostek „mini” oznaczał, że maszyna była zaledwie wielkości szafy. Dzięki swoim rozmiarom i niskiej cenie (do 20 000\$³⁶) zdobył bardzo dużą popularność i jego sprzedaż przekroczyła 50 000 sztuk, czym nie mógł się pochwalić żaden inny komputer zaprezentowany przed 1965 rokiem.³⁷



Rys. 22 PDP-10 wraz z dodatkowym wyposażeniem (pamięć, napędy dyskowe, drukarka, konsola).

Dwa lata później firma DEC przedstawiła kolejny model komputera PDP-10 (Rys. 22), który odniósł jeszcze większy sukces. PDP-10 był podstawą do opracowania maszyn DECsystem-10 i DECSYSTEM-20, na których powstały systemy operacyjne TOPS-10 i TOPS-20, z których z kolei wywodzi się między innymi system DOS. Takie maszyny były podstawą ARPANETU, z którego powstał Internet. Powstało na nich wiele programów, znanych i używanych do dzisiaj (Emacs, TeX).³⁸

W 1968 roku została założona firma Intel (Rys. 23), która jest dzisiaj największym na świecie producentem układów scalonych. W rok po założeniu Intel prezentuje półprzewodnikowe pamięci RAM, które szybko wyparły wcześniej używane pamięci ferrytowe.



Rys. 23 Logo firmy

W 1970 roku firma DEC wprowadziła do sprzedaży 16-bitowy komputer PDP-11/20. Rodzina komputerów PDP-11 była produkowana i sprzedawana aż do 1990 roku. PDP-11

³⁶ <http://www.computermuseum.li/Testpage/DEC-PDP-8.htm> .

³⁷ <http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8> .

³⁸ <http://www.columbia.edu/acis/history/pdp10.html> .

były dużo łatwiejsze w programowaniu niż ich poprzednicy, a także tak zaprojektowane, by możliwa była ich masowa produkcja.³⁹

W 1970 roku Intel rozpoczął produkcję pamięci DRAM, które były tańsze i łatwiejsze w produkcji (jedna komórka pamięci składała się tylko z trzech tranzystorów⁴⁰) niż te, które były używane wcześniej.

W ciągu tych pięciu lat zaszły duże zmiany w konstrukcji komputerów. Stały się one bardziej niezawodne, tańsze i łatwiejsze w produkcji. Jednocześnie oprogramowanie zostało oddzielone od maszyny na której zostało stworzone, czyli powstały programy, które można było uruchamiać na różnych maszynach. Rozmiar komputerów uległ zmniejszeniu, dzięki temu i niższej cenie, zdołały się one upowszechnić, co napędziło ich dalszy rozwój.

³⁹ <http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-11> .

⁴⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_random_access_memory .

1.6. Czwarta generacja komputerów...

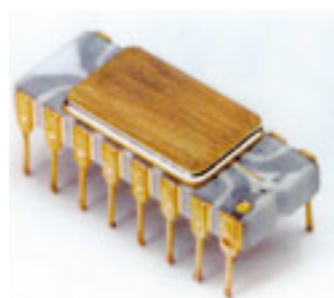
Komputery czwartej generacji zaczęły się pojawiać po 1970 roku. Czwarta generacja od trzeciej różni się generalnie stopniem integracji układów scalonych. Większy stopień integracji oznaczał, że na tej samej wielkości podłożu można było umieścić dużo więcej elementów. Dzięki temu malały koszty produkcji i zapotrzebowanie układów na energię, a rosła moc obliczeniowa procesorów i pojemność pamięci.

Za pierwszy komputer czwartej generacji możemy uznać IBM System/370, przedstawiony w 1971 roku. Oprócz mocniejszego procesora, posiadał także tańszą i pojemniejszą pamięć, a system operacyjny był ładowany z 8-calowych dyskietek.⁴¹

W tym samym roku Intel przedstawił 4-bitowy procesor 4004 (Rys. 24), który posiadał około 2300 tranzystorów i był taktowany zegarem o częstotliwości wynoszącej niecałe 0,1 MHz.⁴²

Na początku lat 70 powstał także język programowania Pascal, w którym zostało napisanych tysiące aplikacji. Jest on popularny również w dzisiejszych czasach.

W 1972 roku Intel wprowadza 8-bitowy procesor 8008. Miał on już 3 500 tranzystorów i zegar 0,2 Mhz.⁴³



Rys. 24 Intel 4004



Rys. 25 IBM 3340 Direct Access Storage Facility

⁴¹ http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_3340.html .

⁴² <http://www.pldos.pl/bogus/hardware/procesory/intel/i4004/i4004.htm> .

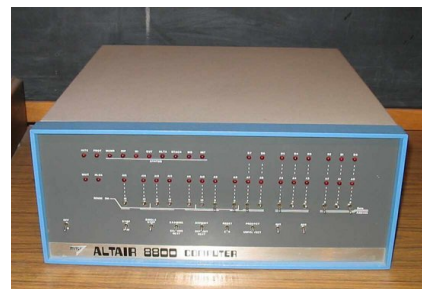
⁴³ <http://www.pldos.pl/bogus/hardware/procesory/intel/i8008/i8008.htm> .

W 1973 roku IBM wprowadził trwałe dyski magnetyczne (Rys. 25). Zasada ich działania była podobna, jak w dyskach używanych obecnie. Do komputera IBM System/370 można było podłączyć maksymalnie 4 takie dyski i uzyskać całkowitą pojemność 280 MB.⁴⁴

W 1974 roku pojawiły się procesory 8080 Intela (8-bitowy, do 3 Mhz) i 6800 Motoroli (8-bitowy, do 2 MHz).⁴⁵

W tym samym roku pojawiły się też pierwsze komputery do samodzielnego złożenia - Mark-8 i Altair 8800 (Rys. 26).

Większy sukces odniósł Altair. Zestaw kosztował około 400\$ i sprzedał się w liczbie 10 000 egzemplarzy. Opierał się na procesorze Intela 8080 o taktowaniu 2 MHz i posiadał 256 bajtów pamięci operacyjnej, którą można było rozbudować.⁴⁶



Rys. Altair 8800



Rys. Apple I

Również w 1974 roku przedstawiono język programowania C, który pod wieloma względami był lepszy od Pascala. Stał się dominującym językiem do programowania systemów operacyjnych i aplikacji.

W 1975 roku Bill Gates i Paul Allen założyli firmę Microsoft. Rok później, z inicjatywy Steve'a Jobs'a i Steve'a Wozniaka,

powstaje firma Apple. Pierwszy komputer Apple zaprezentowało w 1976 roku. Apple I (Rys. 27), w odróżnieniu od np. Altair 8800, był sprzedawany jako w pełni złożona płyta główna z układami elektronicznymi. Użytkownik musiał dołączyć obudowę, zasilanie, klawiaturę i monitor. Komputer, w chwili premiery, kosztował 666,66\$. Zostało wyprodukowanych 200 sztuk.⁴⁷

Rok później Apple zaprezentowało komputer Apple II (Apple II) (Rys. 28). Był to już w pełni złożony zestaw razem z klawiaturą i kolorowym monitorem. Komputer ten zdobył bardzo dużą



Rys. Apple II

⁴⁴ http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_3340.html .

⁴⁵ <http://www.cpu-world.com> .

⁴⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Altair_8800 .

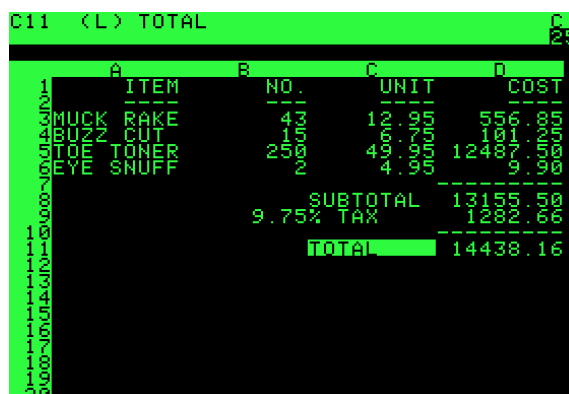
⁴⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_I .

popularność i został oficjalnie wycofany ze sprzedaży dopiero w 1993 roku, przechodząc po drodze kilka zmian i ulepszeń. Podstawowy model zawierał 8-bitowy procesor MOS Technology 6502 taktowany zegarem 1 MHz i 4 kB pamięci RAM.⁴⁸

W 1978 roku Intel wprowadził 16-bitowy procesor 8086. Był on taktowany zegarem o częstotliwości do 10 MHz i potrafił obsłużyć do 1 MB pamięci.⁴⁹

W 1979 roku firma Atari wprowadziła do sprzedaży komputery Atari 400 i Atari 800. Obydwa urządzenia opierały się na procesorze MOS Technology 6502 i posiadały odpowiednio 4 kB i 8 kB pamięci RAM.⁵⁰

W tym samym roku, dzięki programom VisiCalc (arkusz kalkulacyjny) (Rys. 29) i WordStar (edytor tekstu), zaczęła się era oprogramowania użytkowego. Firmy zaczęły kupować komputery za kilka tysięcy dolarów, żeby móc uruchomić na nich aplikacje biurowe, znacznie ułatwiające i przyspieszające pracę.



A	B	C	D
ITEM	NO.	UNIT	COST
1 MUCK RAKE	43	12.95	556.85
2 BUZZ CUT	15	6.75	101.25
3 TOE TONER	250	49.95	12487.50
4 EYE SNUFF	2	4.95	9.90
SUBTOTAL			13155.50
9.75% TAX			1282.66
TOTAL			14438.16

Rys. 29 VisiCalc uruchomiony na komputerze Apple II



Rys. 30 IBM Personal Computer

Na początku lat 80 IBM wprowadza do sprzedaży komputer IBM PC (Personal Computer) (Rys. 30). Zastosowano w nim procesor Intelu 8088 (okrojona wersja 8086) taktowany zegarem około 5 MHz.⁵¹ W tym okresie Microsoft wprowadza system operacyjny MS-DOS. Zaczyna się era komputerów osobistych.

W 1982 roku powstały takie firmy jak Sun Microsystems i Compaq Computers. Toshiba zaprezentowała pierwszy komputer z ekranem ciekłokrystalicznym. Commodore wprowadziło komputer domowy C64 (Rys. 31). Była to bardzo udana konstrukcja, którą

⁴⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_II_series .

⁴⁹ <http://www.cpu-world.com> .

⁵⁰ <http://oldcomputers.net/atari400.html> oraz <http://oldcomputers.net/atari800.html> .

⁵¹ <http://www.cpu-world.com> .



Rys.31 Commodore C64

można spotkać nawet dzisiaj. Cała elektronika była wbudowana w klawiaturę, wystarczyło podłączyć monitor i stację kaset magnetycznych lub dyskietek.

Również w roku 1982 Intel zaprezentował 16-bitowy procesor 80286. Był on taktowany zegarem do 25 MHz i mógł zaadresować do 16 MB pamięci.⁵²

W 1983 roku powstał język programowania C++. Jest on rozszerzeniem języka C i w latach 90 stał się jednym z najpopularniejszych języków programowania ogólnego przeznaczenia.

W 1984 roku Apple zaprezentowało komputer Macintosh. Był to pierwszy, w miarę tani, komputer z graficznym systemem operacyjnym. Był on zbudowany na procesorze Motorola 68000 o taktowaniu około 8 MHz i posiadał 128 kB pamięci RAM (później 512 kB).⁵³

W 1985 roku Intel przedstawia procesor 32-bitowy 80386 (taktowany zegarem do 33 MHz).⁵⁴ W 1987 powstają komputery IBM PS/2 i Apple Macintosh II, które cieszą się bardzo dużą popularnością. Liczba komputerów na świecie sięga kilkudziesięciu milionów. W 1989 roku Intel wprowadził procesory 80486 (do 50 MHz).⁵⁵ Skala integracji jest na tyle duża, że procesory zawierają już ponad milion tranzystorów. Apple zaczyna sprzedaż przenośnych komputerów Macintosh Portable (Rys. 32).

⁵² <http://www.cpu-world.com> .

⁵³ <http://apple-history.com> .

⁵⁴ <http://www.cpu-world.com> .

⁵⁵ <http://www.cpu-world.com> .



Rys. 32 Apple Macintosh Portable

W 1990 roku Microsoft prezentuje pierwszą, udaną wersję graficzną systemu Windows 3.0. Początek lat 90 to okres bardzo dynamicznego rozwoju komputerów przenośnych.

W 1991 roku Apple wprowadza bardzo udany system operacyjny Mac OS 7. W 1992 roku Microsoft sprzedaje 10 milionów egzemplarzy swojego systemu operacyjnego. Wojna cenowa powoduje znaczne obniżki cen komputerów.

W 1993 roku powstają pierwsze komputery z procesorem Intel Pentium 60 MHz, jednocześnie Motorola produkuje procesory PowerPC, które na wiele lat staną się podstawą nowej generacji komputerów osobistych firmy Apple. W tym samym roku Apple prezentuje urządzenie Newton Message Pad (Rys. 33), które zapoczątkowuje rynek urządzeń PDA (Personal Digital Assistant - Osobisty Asystent Cyfrowy).



Rys. 33 Apple Newton Message Pad

W 1995 roku procesory Pentium i PowerPC przekraczają częstotliwość 100 MHz. Microsoft prezentuje system Windows 95. Rok później, procesory przekraczają 200 MHz.

W 1997 roku Apple prezentuje system operacyjny Mac OS 8, a w 1998 roku Microsoft wprowadza system Windows 98. Do roku 2000 procesory przekraczają 500 MHz i zbliżają się do bariery 1 GHz. W 2001 roku Apple prezentuje system operacyjny Mac OS X 10.1 Puma, a Microsoft wydaje system Windows XP.

W 2005 roku wchodzi do sprzedaży pierwszy dwurdzeniowy procesor Intel dla użytkowników domowych. W roku 2006 firma Apple przesiada się z procesorów PowerPC na procesory Intel.

Obecnie coraz popularniejsze stają się procesory czterordzeniowe, zapowiadana jest produkcja procesorów zawierających 6 i 8 rdzeni.

Pod koniec 2009 roku zostaną zaprezentowane systemy operacyjne Windows 7 od Microsoftu i Mac OS X 10.6 Snow Leopard od Apple.

Komputery produkowane dzisiaj również należą do czwartej generacji. Zmienił się tylko znacząco stopień integracji układów scalonych. W ciągu tych lat komputery stały się tak małe i tanie w produkcji, że są dziś czymś powszechnym.

2. Wnioski na podstawie historii...

2.1. Miniaturyzacja...

Pierwsze komputery zajmowały kilka pomieszczeń, ważyły tony, miały kilometry kabli i przewodów, pochłaniały megawaty mocy a do ich obsługi potrzeba było całych zespołów ludzi. Proces budowy takiej maszyny był bardzo skomplikowany i kosztowny. Stopniowo, dzięki rozwojowi technologii, udało się znacząco zmniejszyć rozmiary komputerów. Do obsługi komputera zaczęła wystarczać jedna osoba. Rozmiary zostały zmniejszone do tego stopnia, że pojawiły się komputery przenośne, które możemy zabrać ze sobą i używać ich w drodze.

2.2. Moc obliczeniowa...

Na początku komputery potrafiły wykonywać tylko kilka - kilkaset operacji na sekundę, pochłaniając przy tym ogromne ilości energii. Moc obliczeniowa zaczęła jednak rosnąć w tempie wykładniczym. Kilkanaście lat później powstały procesory⁵⁶, które potrafiły wykonywać kilka milionów operacji na sekundę, a potrzebna moc była mierzona w pojedynczych watach. Obecnie procesory potrafią wykonywać kilka miliardów operacji na sekundę a ich zapotrzebowanie na energię mierzone jest w miliwatach.

2.3. Obsługa i komunikacja z komputerem...

Pierwsze maszyny obsługiwało się za pomocą kart perforowanych. Wprowadzanie poleceń do komputera polegało na wyprodukowaniu odpowiednich kart, co było procesem żmudnym i pracochłonnym. Stosunkowo łatwo można było popełnić błędy. Później komputery zyskały klawiatury i monitory. Obsługa polegała na wpisywaniu odpowiednich poleceń z klawiatury i obserwowaniu wyników na monitorze. Aby wykonać pracę za pomocą komputera, trzeba było nauczyć się odpowiedniego języka by móc się z nim komunikować. Rewolucją było wprowadzenie graficznego interfejsu użytkownika i kontrolera nazwanego „myszką”. Nie trzeba już było znać specjalnych poleceń. Wystarczyło za pomocą myszki wybierać odpowiednie opcje widoczne na ekranie.

⁵⁶ Procesor jest częścią komputera odpowiedzialną za przeprowadzanie obliczeń i tam gdzie jest mowa o mocy obliczeniowej, słowo „procesor” będzie stosowane zamiennie ze słowem „komputer”.

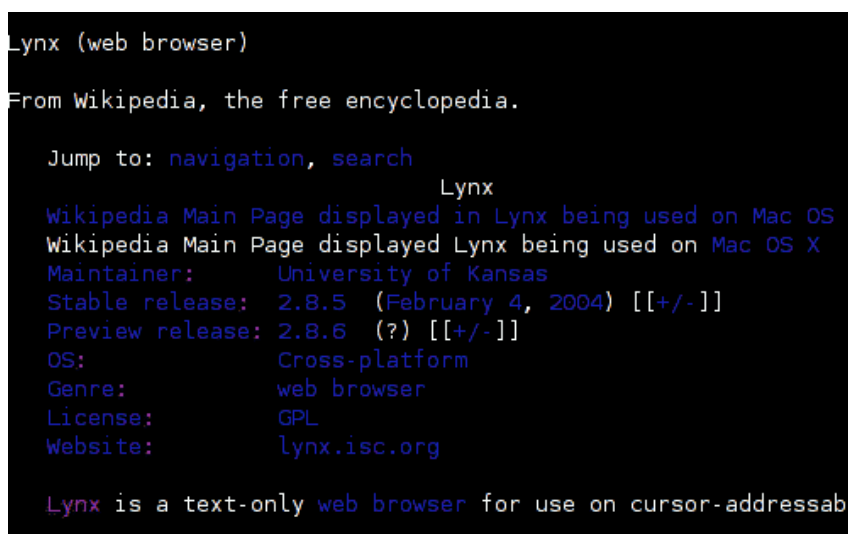
2.4. Powszechność i Internet...

Na pierwsze komputery stać było tylko wielkie firmy, instytucje rządowe, naukowe i wojskowe. Wraz ze zmniejszaniem rozmiarów komputerów, malała też ich cena. W końcu stały się na tyle małe i stosunkowo tanie, że zagościły w domach zwykłych użytkowników. Obecnie nierzadko zdarza się, że posiadamy w domu dwa, trzy, a nawet więcej komputerów.

Pierwsza sieć powstała już pod koniec lat 60. Składała się z kilku komputerów spiętych razem. Projekt zrealizowało wojsko, które potrzebowało sieci rozproszonej, czyli takiej, która będzie nadal

funkcjonować mimo uszkodzenia jednego, bądź kilku jej węzłów (komputerów). Projekt spodobał się naukowcom, którzy dzięki sieci mogli wymieniać się wiadomościami i dokumentami, będąc oddalonymi od siebie o tysiące kilometrów. Sieci stawały się coraz większe i

obejmowały swym zasięgiem coraz większe obszary. Jednakże nie było jednego standardu i łączenie sieci ze sobą było bardzo problematyczne. W latach 70 powstał protokół TCP/IP i do połowy lat 80 prawie wszystkie sieci w USA go używały. Do końca lat 80 protokół ten wdrożyły także Europa Zachodnia, Australia, Japonia, Singapur i Tajlandia, dzięki czemu możliwym stało się połączenie wszystkich sieci w jedną międzynarodową sieć - Internet. Początek lat 90 to dopracowanie języka HTML (W tym języku powstawały strony internetowe.) a także opracowanie pierwszych przeglądarek stron www, najpierw tekstowych (Rys. 34), a potem graficznych. Koniec lat 90 to bardzo dynamiczny rozwój biznesu związanego ze stronami www, co przyczyniło się do popularyzacji internetu na świecie.⁵⁷



```
Lynx (web browser)
From Wikipedia, the free encyclopedia.

Jump to: navigation, search
Lynx
Wikipedia Main Page displayed in Lynx being used on Mac OS
Wikipedia Main Page displayed Lynx being used on Mac OS X
Maintainer: University of Kansas
Stable release: 2.8.5 (February 4, 2004) [[+/-]]
Preview release: 2.8.6 (?) [[+/-]]
OS: Cross-platform
Genre: web browser
License: GPL
Website: lynx.isc.org

Lynx is a text-only web browser for use on cursor-addressab
```

Rys. 34 Lynx - Jedna z pierwszych przeglądarek stron internetowych.

⁵⁷ <http://pclab.pl/art33917.html> .

3. Tendencje, które obserwujemy dziś...

3.1 Miniaturyzacja...

Komputery są coraz mniejsze. Możemy dziś zauważyć ogromny wzrost popularności komputerów przenośnych, zwanych potocznie „Laptopami” lub „Notebookami”. Laptopy dorównują możliwościom komputerom stacjonarnym, ale mają tę przewagę, że możemy je wszędzie ze sobą zabrać. Ostatnio bardzo popularne stały się tzw. „Netbooki” (Rys. 35), czyli w pełni funkcjonalne komputery przenośne o przekątnej ekranu rzędu 8-10 cali. Jednocześnie z rozwojem komputerów, nastąpił rozwój telefonów komórkowych. Urządzenia te, stworzone



Rys. 35 Asus T91 - jeden z rodziny netbooków Eee

pierwotnie tylko do rozmów, mają nam dziś o wiele więcej do zaoferowania. Mocą obliczeniową dorównują komputerom z przed 7-8 lat. Posiadają własne systemy operacyjne, będące najczęściej okrojonymi wersjami systemów komputerowych.

3.2 Moc obliczeniowa...

Moc obliczeniowa procesorów wzrasta ponieważ producenci są w stanie umieszczać coraz więcej tranzystorów na tej samej powierzchni. Mogą to osiągnąć, dzięki zmianie procesu technologicznego co kilkanaście (kilkadziesiąt) miesięcy. Obecnie wykorzystywany proces technologiczny przy wytwarzaniu procesorów to 45nm. Nazwa procesu, w uproszczeniu rzecz ujmując, wywodzi się od odległości między tranzystorami. W tym momencie zaczynają być produkowane układy w technologii 40nm. Kolejne procesy, które będą stosowane w przyszłości to 32nm (Rys. 36) i 22nm. Dalsza miniaturyzacja będzie możliwa tylko dzięki nanotechnologii.⁵⁸

⁵⁸ en.wikipedia.org/wiki/45_nanometer .



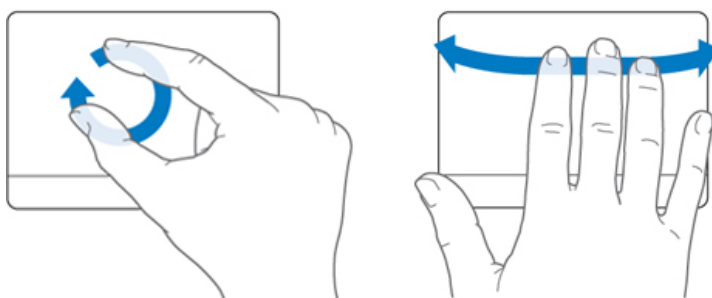
Rys. 36 Steve Smith (Vice President firmy Intel) pokazuje mikroprocesor Westmere wykonany w technologii 32nm.

Aby zwiększyć moc obliczeniową, producenci poszli też w innym kierunku. Wprowadzono procesory dwurdzeniowe, czterordzeniowe i sześciordzeniowe (maszyny serwerowe), a w przygotowaniu są ośmiordzeniowe. To tak jakbyśmy połączyli ze sobą kilka procesorów w jeden, dzięki czemu, następuje podział zadań i możliwe jest wykonywanie tylu zadań jednocześnie ile rdzeni ma nasz procesor. Zaczynają również pojawiać się dwurdzeniowe procesory dla urządzeń mobilnych (telefony komórkowe itp.).

Przy dalszym zwiększaniu mocy, kluczowym elementem jest energooszczędność (Coraz więcej jest urządzeń mobilnych, w których bardzo ważnym czynnikiem jest czas pracy na baterii.) oraz wydzielane ciepło (Stosowane do tej pory systemy chłodzenia przestają wystarczać). Cały czas trwają prace nad nowymi rodzajami baterii do urządzeń przenośnych, jak i nad innymi sposobami chłodzenia, niż wykorzystywane obecnie radiatory i wiatraki.

3.3 Obsługa i komunikacja z komputerem...

Nadal używamy klawiatury i myszki, jednak zaczynają się pojawiać inne rozwiązania. Producenci wprowadzają ekrany dotykowe, dzięki czemu możemy bezpośrednio wybierać i przemieszczać wyświetlane elementy za pomocą palców. Pojawiła się także obsługa prostych gestów (Rys. 37). Cały czas udoskonalane jest rozpoznawanie mowy, dzięki czemu możemy wydawać komputerowi polecenia głosowe.



Rys. 37 Tak wyglądają niektóre z gestów obsługiwane przez komputery przenośne Apple.

3.4. Powszechność...

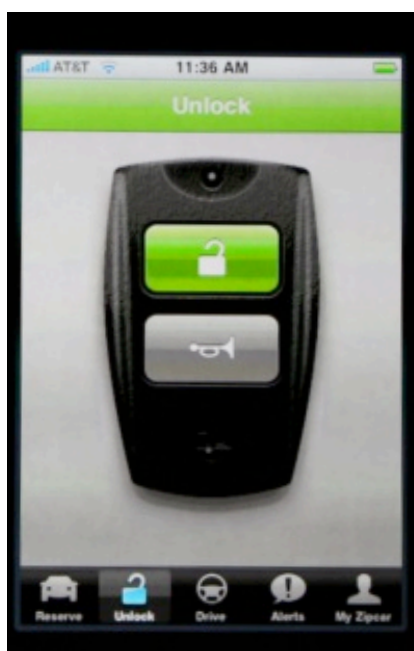
Coraz więcej osób posiada dzisiaj komputer stacjonarny, laptopa, a do tego zaawansowany telefon komórkowy. W samochodach coraz częściej znajdziemy nawigację GPS i komputery pokładowe. W wielu domach goszczą systemy multimedialne naszpikowane mikroprocesorami (konsole do gier, kina domowe). Nawet sprzęty AGD są coraz „inteligentniejsze” (zaawansowane funkcje pralek, lodówek, zmywarek).

3.5. Integracja wielu zastosowań...

Komputery w dzisiejszych czasach są wykorzystywane zarówno prywatnie jak i profesjonalnie. Powszechnie stosuje się je przy projektowaniu. Komputery obliczają naprężenia materiałów w konstrukcjach, maksymalne wychylenia drapaczy chmur podczas silnego wiatru, przeprowadzają symulację zderzeń samochodów i wiele, wiele innych rzeczy. Służą do tworzenia zapierających dech efektów filmowych, a także do produkcji całych filmów. Superkomputery o ogromnej mocy obliczeniowej pozwalają nam poznawać dokładnie ludzki genotyp, badać zmiany klimatyczne na świecie, szukać lekarstwa na raka. Odgrywają wielką rolę w kryptografii. Znajdując bardzo duże liczby pierwsze pozwalają na lepsze szyfrowanie danych.

W zastosowaniach domowych pozwalają nam przeprowadzać skomplikowane obliczenia, tworzyć prezentacje multimedialne, pisać książki, montować filmy, tworzyć obrazy, tworzyć muzykę. Często są centrami domowej rozrywki. Za ich pomocą oglądamy zdjęcia, filmy, słuchamy muzyki, przeglądamy zasoby internetu, komunikujemy się z innymi ludźmi.

Coraz bardziej zwiększają się też możliwości telefonów komórkowych. Pozwalają nam nie tylko komunikować się z innymi, ale również oglądać zdjęcia, słuchać muzyki, oglądać filmy. Coraz częściej mają wbudowaną nawigację GPS, dzięki czemu możemy dokładnie określić nasze położenie, a także zaplanować całą trasę podróży. Dają nam dostęp do zasobów internetu. Stają się naszym podręcznym notesem i kalendarzem. Dzięki wbudowanemu aparatowi możemy robić zdjęcia i



Rys. Aplikacja Zipcar dla iPhone'a

kręcić filmy. W niektórych sklepach możemy również płacić za pomocą telefonu. Liczba zastosowań stale rośnie. 8 czerwca 2009 roku, przy prezentacji najnowszego telefonu iPhone od firmy Apple, została przedstawiona bardzo ciekawa aplikacja na tenże telefon stworzona we współpracy z amerykańską siecią wypożyczalni samochodów Zipcar (Rys. 38). Aplikacja wyszukuje wypożyczalnię, która jest najbliżej nas, możemy przejrzeć ich ofertę i zarezerwować samochód. Następnie, na wbudowanej w telefon nawigacji GPS, widzimy lokalizację naszego wypożyczonego samochodu, jeżeli nie możemy go znaleźć na parkingu to wystarczy wcisnąć na ekranie telefonu przycisk, a samochód zatrąbi, następnie wciskamy w telefonie wirtualny kluczyk, który odblokowuje samochód i możemy jechać.⁵⁹

3.6. Internet...

Internet cały czas się rozwija. Coraz więcej osób ma do niego dostęp. Coraz więcej powstaje sieci bezprzewodowych, co ułatwia łączenie się z internetem za pomocą urządzeń mobilnych, takich jak laptopy i telefony komórkowe. Dostęp do internetu mamy również przez sieci telefonii komórkowej, które zasięgiem obejmują ogromne obszary państw. W samym internecie jest coraz więcej informacji. Powstają wyszukiwarki i bazy danych ułatwiające nam znalezienie tego, co akurat jest nam potrzebne. Powstają wirtualne biblioteki, do których mamy dostęp z całego świata. Przez internet możemy wypożyczać filmy, możemy kupować muzykę, książki i czasopisma w formie elektronicznej, które przeczytamy bezpośrednio na naszym urządzeniu.

W obecnych czasach powstaje ogromna ilość portali społecznościowych. Użytkownik nie jest już tylko widzem, ale współtwórcą zawartości internetu. Mamy możliwość publikowania własnej twórczości i dzielenia się nią z milionami internautów z całego świata.

Od 1999 roku rozwijane są też internetowe systemy operacyjne (WebOS). Jest to jakby nasz komputer, który nie stoi u nas na biurku, ale jest sobie gdzieś tam w sieci. Dzięki temu mamy do niego dostęp praktycznie z każdego urządzenia podłączonego do internetu. Możemy uruchomić go w domu, w przeglądarce, zacząć tworzyć dokumenty tekstowe, odebrać pocztę, rozmawiać z innymi przez komunikator, następnie wyłączamy komputer i jedziemy do pracy. Po drodze zatrzymujemy się w kawiarence, gdzie z telefonu komórkowego, łączymy się z tym samym systemem i dokończamy pisanie dokumentów.

⁵⁹ www.apple.com/quicktime/qtv/keynote/ .

Później w pracy ponownie łączymy się z naszym systemem i gotowe pliki kopiujemy czy też drukujemy. Nie musimy synchronizować danych na kilku naszych urządzeniach, ponieważ wszystko jest przechowywane w internecie.⁶⁰

3.7. Sztuczna inteligencja...

Termin ten został stworzony już w 1956 roku. Jest to jedna z dziedzin nauki, próbująca stworzyć komputery, które będą zachowywać się jak ludzie. Badania nad sztuczną inteligencją podzielone są na różne obszary, między innymi:

3.7.1. Gry logiczne...

W 1997 roku superkomputer Deep Blue (Rys. 39) pokonał światowego mistrza - Garry'ego Kasparova w meczu szachowym. (W dwóch przypadkach wygrał komputer, w jednym Garry Kasparov a w trzech był remis.)

Zastosowanie sztucznej inteligencji w grach logicznych jest stosunkowo proste i w tej dziedzinie naukowcy mają chyba największe osiągnięcia.

Deep Blue wygrał dzięki temu, że potrafił analizować 200 milionów pozycji na sekundę i w swojej bazie miał zapisanych ponad 700 000 potyczek szachowych mistrzów. Wygrała tutaj brutalna siła obliczeniowa.

Oprócz szachów, nie zainwestowano tak dużych pieniędzy w żadną inną grę, dlatego nie ma równie wielkich osiągnięć. Sztuczna inteligencja w tej dziedzinie jest rozwijana także na potrzeby gier komputerowych. Gry te są coraz bardziej złożone i realistyczne, dlatego „inteligencja” komputerowych przeciwników również musi stale rosnąć.



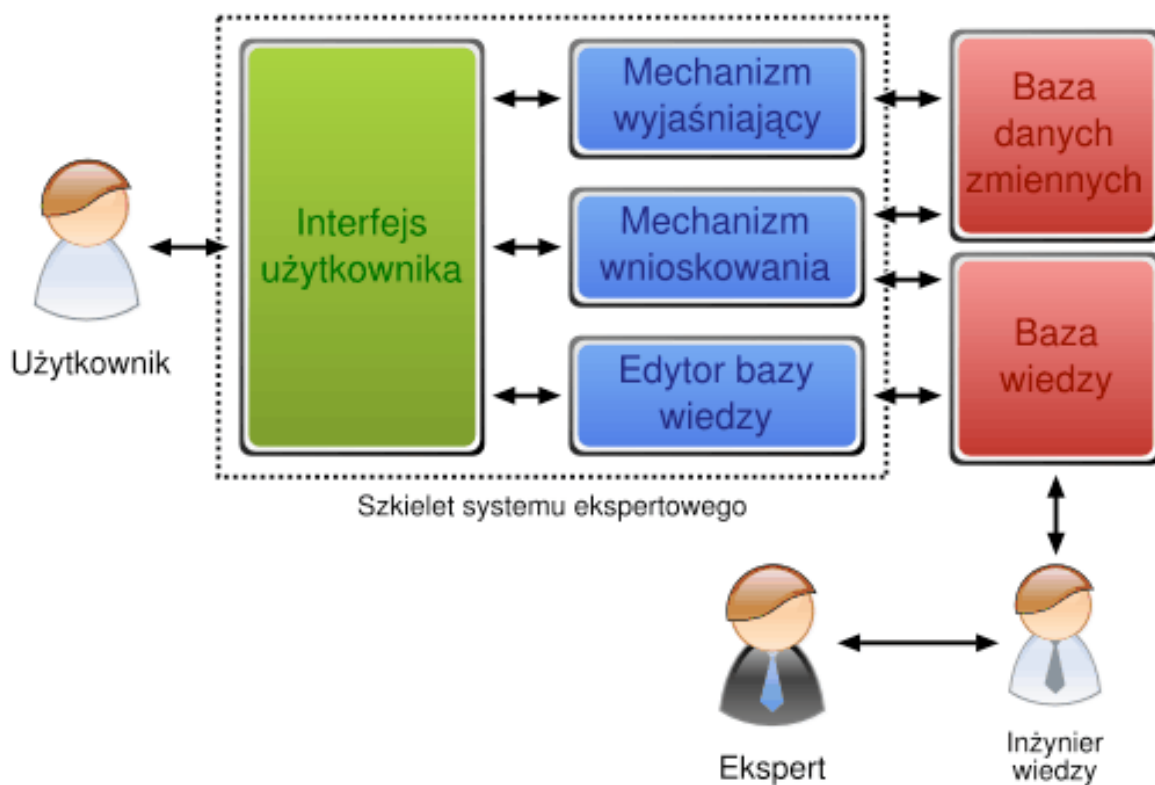
Rys.39 Deep Blue - komputer grający w szachy, stworzony przez IBM

⁶⁰ <http://webhosting.pl/Twoj.Pulpit.w.Sieci..Przegląd.darmowych.systemow.WebOS> .

3.7.2. Systemy eksperckie (ekspertowe)...

System taki, jest to program lub zbiór programów korzystający z baz wiedzy i reguł oraz procedur postępowania, na których podstawie podejmuje decyzje. System ekspercki opiera się nie tyle na algorytmach, jak standardowe programy, ale na różnych metodach i procedurach wnioskowania. Potrafi też przedstawić sposób w jaki doszedł do danego rozwiązania (Rys. 40).

Systemy takie stosowane są w bardzo wielu dziedzinach. Na przykład w medycynie do diagnozowania chorób, w biznesie do analizy notowań giełdowych, w bankowości do wstępnej oceny możliwości kredytowych klienta, w ubezpieczeniach do oceny ryzyka.



Rys.40 Budowa systemu eksperckiego (ekspertowego)

Systemy eksperckie rozwijane są już od kilkudziesięciu lat i z powodzeniem stosowane w dzisiejszych czasach. W odróżnieniu od ludzi, nigdy się nie męczą, nie strajkują, są zawsze gotowe do pracy, nie popełniają błędów pod wpływem stresu. Program do diagnostyki i terapii chorób zakaźnych (opracowany w Stanford, w 1972 roku) MYCIN, w porównaniu diagnoz i zaleceń z zaleceniami 5 specjalistów i studenta medycyny, wypadł następująco: MYCIN 52 punkty, specjaliści od 34 do 50 punktów,

student medycyny 24 punkty.⁶¹ Jednym z wielu obecnie stosowanych systemów jest na przykład system POEMS, stosowany od 1992 roku w szpitalu St. James University Hospital w Leeds, w Wielkiej Brytanii. Wspomaga on decyzje dotyczące leczenia pooperacyjnego. System otrzymuje dane o pacjentach (historia choroby, historia operacji, badania i testy pooperacyjne), na których podstawie, za pomocą monitorowania symptomów i obserwacji zmian, przedstawia listę diagnoz, podzieloną na bardzo prawdopodobne, prawdopodobne, możliwe i nieprawdopodobne. Potrafi też przedstawić drogę rozumowania do poszczególnych diagnoz. Ma też wbudowany system uczenia się na podstawie oceny jego działania przez ekspertów.⁶²

Najbardziej ambitnym systemem eksperckim jest projekt CYC (enCYClopædic knowledge)⁶³ oparty na regułach zawartych w bazie wiedzy o świecie i rozwijany od 1984 roku. Do końca 1990 roku system zawierał już około 2 milionów reguł.

3.7.3. *Język naturalny...*

W tym obszarze badań nad sztuczną inteligencją naukowcy opracowują programy, które będą rozpoznawały i rozumiały język naturalny, oraz będą potrafiły się nim posługiwać w kontaktach z ludźmi. Powstają tu takie projekty jak tłumacze automatyczne (maszynowe), które przekładają tekst z jednego języka na drugi. Tłumaczone jest zarówno słowo pisane, jak i mówione, nadal jednak człowiek jako tłumacz lepiej spisuje się w tej pracy, ale ciągle czynione są tutaj duże postępy. Przy słowie mówionym należy wspomnieć oczywiście o rozpoznawaniu mowy. Jest ono powszechnie stosowane na przykład w systemach operacyjnych, jako usługa ułatwiająca pracę osobom niepełnosprawnym. Istnieją także programy i urządzenia, które potrafią naszą mowę przetworzyć na tekst. Daleko im jednak do doskonałości i aby było się bez błędów, musimy mówić wolno i bardzo wyraźnie. Pomimo, że takie programy potrafią rozpoznać słowa, to niestety nie potrafią zrozumieć sensu i znaczenia naszej wypowiedzi, czy też tekstu.

⁶¹ http://www.fizyka.umk.pl/~duch/ref/PL/_9ai-med/ai-med1.html .

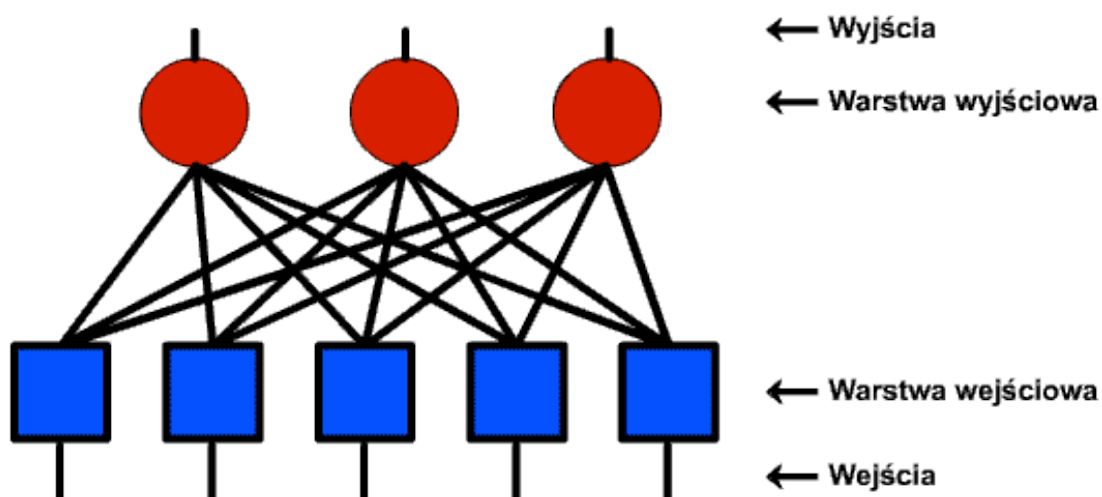
⁶² http://www.fizyka.umk.pl/~duch/ref/PL/_9ai-med/ai-med-lista.html .

⁶³ <http://www.cyc.com> .

3.8. Sieci neuronowe...

Sztuczne sieci neuronowe powstały na wzór naturalnych sieci neuronów, które możemy zaobserwować w układzie nerwowym, a w szczególności w mózgu. Składają się one z węzłów (sztucznych neuronów) połączonych ze sobą, które przetwarzają dane, wykonując na nich pewne operacje matematyczne (Rys. 41). Końcowy wynik zależy od połączeń węzłów i od wag przyporządkowanych poszczególnym węzłom. Na początku sieć neuronowa wymaga „nauki”. Na wejście sieci podaje się odpowiednie dane i wiedząc jaki jest poprawny wynik, tak reguluje się połączenia i wagi, aby otrzymać go na wyjściu.

Najpopularniejsze obecnie zastosowanie sieci neuronowych to rozpoznawanie pisma, rozpoznawanie obrazów, synteza mowy, prognozowanie (gra na giełdzie,



Rys. 41 Schemat prostej sieci neuronowej, składającej się z dwóch warstw neuronów

optymalizacja procesów, analiza informacji, przetwarzanie danych).

3.9. Robotyka...

Robotyka jest blisko związana ze sztuczną inteligencją. Jest tu ona stosowana do takich zadań, jak chwytanie i manipulacja obiektami, poruszanie się (nawigacja i lokalizacja, planowanie ruchów), czy też percepcja (rozpoznawanie mowy, rozpoznawanie twarzy, rozpoznawanie obrazów). Wiele firm z szeroko pojętej branży IT czy też Elektronicznej, prześciga się w konstrukcji nowych robotów o coraz większych możliwościach. Jako przykład możemy przytoczyć robota TOPIO wietnamskiej firmy TOSY, który potrafi grać w tenisa stołowego (Rys. 42). Wersja 2.0 tegoż robota, która

została zaprezentowana w lutym 2009 roku, waży 60 kg, ma 215 cm wysokości, 2 nogi, 42 stopnie swobody i potrafi „wymienić” piłeczkę ping-pongową z żywym przeciwnikiem do pięciu razy z rzędu.

Dużo mniej skomplikowanymi robotami, które już dziś bez problemów można dostać w sklepie są na przykład „inteligentne” odkurzacze, które pozostawione na podłodze czyszczą jej powierzchnię omijając przeszkody i unikając zderzeń ze ścianami. Powstaje też bardzo dużo urządzeń rozrywkowych, takich jak chociażby Rolly - tańczący odtwarzacz muzyczny firmy SONY (Rys. 43).



Rys. 42 Robot TOPIO 2.0



Rys. 43 Rolly - tańczący odtwarzacz MP3

4. Projekty, które nie wyszły jeszcze poza laboratoria...

Jako, że dotychczasowa metoda wytwarzania procesorów zbliża się do granic fizycznych możliwości, naukowcy pracują nad innymi technologiami. Mowa tu o nanotechnologii i nanokomputerach. Przedrostek nano oznacza tutaj wielkości, rzędu 10^{-9} metra. Nanokomputery będą budowane dosłownie atom po atomie. Pozwoli to na budowę urządzeń o mikroskopijnych wymiarach, ale jednocześnie o znacznie większej mocy obliczeniowej niż posiadają obecne komputery. Możemy wyróżnić cztery podstawowe rodzaje nanokomputerów:

- elektroniczne,
- chemiczne i biochemiczne (organiczne),
- mechaniczne,
- kwantowe.

4.1. Nanokomputery elektroniczne...

Zasada działania i materiały użyte do produkcji takie same jak w obecnie produkowanych procesorach, jednak zupełnie inna technologia, pozwalająca na wytwarzanie tranzystorów i połączeń między nimi wielkości kilku atomów.

4.2. Nanokomputery chemiczne i biochemiczne (organiczne)...

Do produkcji bramek logicznych (taką funkcję w dzisiejszych procesorach spełnia tranzystor) używane są cząsteczki związków chemicznych. Dzięki reakcjom między cząsteczkami możliwe jest przeprowadzanie obliczeń i przechowywanie informacji.

W 1994 została zaproponowana idea rozwiązywania problemów matematycznych za pomocą cząstek DNA. W 1997 skonstruowano pierwsze bramki logiczne DNA. W 2006 roku powstał komputer DNA MAYA-II (pierwsza wersja powstała 3 lata wcześniej), który potrafił grać w kółko i krzyżyk.

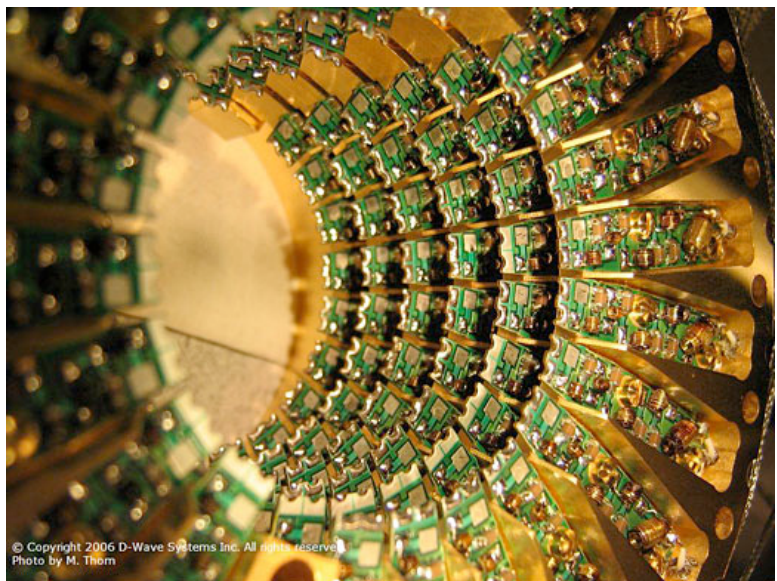
Nanokomputery tego rodzaju, będą miały ogromne zastosowanie w medycynie. Będzie można wprowadzać je do ciała pacjenta, bez szkody dla jego zdrowia, w celu zdiagnozowania i leczenia rozmaitych dolegliwości.

4.3. Nanokomputery mechaniczne...

W takich komputerach bramki będą zrealizowane za pomocą mechanicznych przełączników, zbudowanych z pojedynczych atomów. Mechaniczne nanokomputery słusznie mogą nam się skojarzyć z nanorobotyką, która zajmuje się mikroskopijnej wielkości robotami. Roboty te znajdą zastosowanie zarówno w medycynie jak i w inżynierii. Za ich pomocą będzie można przeprowadzać operacje bez „otwierania” pacjenta, usuwać guzy i tkanki nowotworowe z miejsc, w których normalna operacja stwarza ogromne ryzyko dla życia. Jednocześnie takie roboty będą pozwalały nam budować materiały atom po atomie, co pozwoli stworzyć nowe związki o nieosiągalnych dzisiaj właściwościach.

4.4. Nanokomputery kwantowe... (Rys. 44)

W tym przypadku zasady działania określa mechanika kwantowa. W normalnych komputerach bit (najmniejsza jednostka informacji) może przyjąć wartość 0 lub 1. Słowo złożone z trzech bitów może więc mieć jedną z ośmiu wartości. W przypadku bitów kwantowych - qubitów (quantum bit) każdy ma obydwie wartości naraz, czyli jednocześnie jest 0 i 1 (zasada superpozycji). Słowo złożone z trzech qubitów ma więc wszystkie osiem wartości jednocześnie. Przeprowadzając operację na takim słowie, przeprowadzamy ją na wszystkich ośmiu wartościach w jednym kroku, podczas gdy w przypadku normalnych bitów musielibyśmy przeprowadzić osiem kroków (jeden krok dla każdej z możliwych wartości słowa trzybitowego).



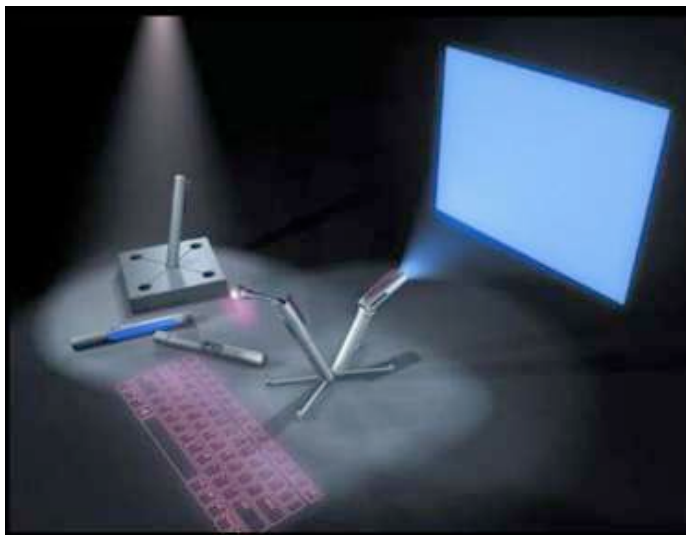
Rys. 44 Część komputera kwantowego, zbudowanego przez firmę D-Wave Systems

Komputery kwantowe pozwolą znacznie skrócić czas obliczeń. Znalezienie rozwiązania problemu, które dzisiejszym komputerom zajęłoby kilkadziesiąt lat, komputerom kwantowym zajmie ledwie ułamek tego czasu.

5. Czego możemy się spodziewać w przyszłości???

5.1. Miniaturyzacja...

Dzięki wykorzystaniu nanotechnologii, komputery o wielkości pudełka zapalek (Rys. 45), będą dużo potężniejsze od dzisiejszych maszyn. Możliwe stanie się wbudowywanie komputerów w najmniejsze nawet przedmioty, będą wszywane w ubrania, możliwym będzie bezpośrednie nanoszenie ich na skórę w formie plastra, czy też spreju, na przykład w celu monitorowania funkcji życiowych,



Rys. 45 Komputer przyszłości?

czy innych parametrów medycznych. Powstaną nanoroboty „myślące” samodzielnie. Ze względu na ich mikroskopijne rozmiary, będzie można bardzo łatwo wprowadzić je do ciała pacjenta, by lokalizowały choroby, czy też zmiany nowotworowe i wycinały chore tkanki, a także odbudowywały zdrowe, czy też naprawiały złamane kości, czy zerwane ścięgna. W technice nanoroboty będą używane do naprawiania i rekonstrukcji materiałów, bądź tworzenia rzeczy z dokładnością do pojedynczych atomów.

5.2. Moc obliczeniowa...

W powszechnym użyciu będą komputery kwantowe i nanokomputery. W medycynie, biologii, chemii będą używane nanokomputery organiczne. W technice, elektronice i na codzień będziemy korzystać z nanokomputerów elektronicznych i mechanicznych. Tam, gdzie będzie potrzebna ogromna moc obliczeniowa, będą używane komputery kwantowe, połączone w ogromne sieci neuronowe. Dzięki mocy obliczeniowej takich sieci, zostaną zakończone badania, które obecnie prowadzone są w formie obliczeń rozproszonych (z wykorzystaniem mocy obliczeniowej komputerów zwykłych użytkowników sieci). Dzięki temu zostanie odkryte lekarstwo na raka, wirusa HIV, chorobę Alzheimera i wiele innych schorzeń i dolegliwości, które dzisiaj są nieuleczalne. Będziemy mogli dokładniej zrozumieć otaczające nas zjawiska. Powstaną nowe prawa z dziedziny fizyki, matematyki, biologii, chemii, mechaniki, znacznie dokładniej opisujące

rzeczywistość. Będziemy w stanie przewidywać kształtowanie się klimatu na ziemi i zapobiegać katastrofom naturalnym. Zostaną wynalezione nowe rodzaje źródeł energii i nowe materiały, dzięki czemu cywilizacja przestanie niszczyć środowisko, a to co zostało najbardziej zniszczone i zdewastowane, zostanie odbudowane.

5.3. Obsługa i komunikacja z komputerem.....

Takie urządzenia jak myszka czy klawiatura odejdą do lamusa. Z komputerem będziemy komunikować się za pomocą głosu i gestów wykonywanych w trójwymiarowym interfejsie. Dzięki rozwojowi sieci neuronowych i znacznemu wzrostowi mocy obliczeniowej, badania nad sztuczną inteligencją posuną się daleko naprzód. Każdy z nas będzie posiadał swojego własnego, elektronicznego asystenta, który będzie za nas wykonywał codzienne czynności. Wystarczy, że wydamy mu polecenie, by zorganizował obiad z naszymi przyjaciółmi, a asystent wyśle wiadomości, wynegocjuje termin pasujący wszystkim, wybierze restaurację zgodnie z naszymi preferencjami i zarezerwuje w niej stolik. Albo na przykład przeprowadzi „rozmowę” z naszym domem, stwierdzi, że skończyło nam się mleko, jajka, pasta do zębów i przydały by się nowe kapcie, bo stare sygnalizują zużycie w 97 procentach, po czym zamówi wszystkie produkty w sklepie i ustali termin dostawy.

Zmieni się również sposób korzystania z sieci. Zamiast pojedynczych słów, jak to robimy dzisiaj, będziemy mogli wpisywać w wyszukiwarki całe zdania i polecenia. („Pokaż pogodę na przyszłą środę.”; „Znajdź i kup jak najtaniej najnowszą płytę Tracy Chapman.”; „Pokaż najlepszy telewizor w opinii użytkowników. [o ile jeszcze będą wtedy istniały telewizory]”)

Komputer będzie także rozpoznawał nasze nastroje i dostosuje do nich odtwarzaną muzykę, kolor i intensywność oświetlenia w pokoju, czy też tematykę obrazów wyświetlanych na ścianach. (Papier elektroniczny będzie wtedy na tyle tani i powszechny, że pewnie będą nim pokrywane ściany i „tapetę” będziemy mogli zmieniać jak i kiedy nam się tylko spodoba.)

5.4. Powszechność...

Komputery będą tak małe, tanie i łatwe w produkcji, że będą wbudowywane niemalże do wszystkiego. Całe domy, samochody, ubrania, przedmioty codziennego użytku będą naszpikowane elektroniką i podłączone do wszechotaczającej sieci.

Opakowanie mleka zmieni kolor na czerwony, sygnalizując, że jest nieświeże, kubek z kawą wyświetli na sobie najnowsze informacje z kraju i ze świata, talerz poda nam zawartość białka, tłuszczu i węglowodanów w znajdującej się na nim potrawie a okno wyświetli aktualną prognozę pogody. Wanna, czy też kabina prysznicowa, dostosuje swój kolor do temperatury wody, którą oczywiście nam wyświetli. Szczoteczka automatycznie zacznie odliczać 2 minuty, w momencie gdy zaczniemy myć zęby, a lustro wyświetli recenzję najnowszej płyty naszego ulubionego wykonawcy. Samochód pokaże aktualne natężenie ruchu ulicznego i opracuje najlepszą drogę, oraz na bieżąco będzie monitorował miejsca parkingowe u celu naszej podróży. Zanim tam jednak dotrzemy, zdążymy podyktować kilka listów i notatkę służbową.

5.5. *Internet...*

Sieć będzie dla nas niezauważalna. Zasięgiem będzie obejmować cały świat i będzie włączona przez cały czas. Zastąpi całkowicie inne fale i sygnały (telewizyjne, radiowe, komórkowe, satelitarne) i stanie się dla nas czymś tak oczywistym jak w dzisiejszych czasach sieć komórkowa. Za jej pośrednictwem, każde urządzenie będzie miało dostęp do ogromnej, światowej bazy danych, która będzie składała się z materiałów we wszelkiej postaci. (Od tabliczek z pismem klinowym, po najnowsze prace naukowe.) Przepustowość sieci będzie tak duża, że pozwoli nie tylko na przesyłanie filmów w rozdzielczościach kilkunastokrotnie przewyższających dzisiejszy standard Full HD (1920 x 1080), ale również obrazów trójwymiarowych.

5.6. *Sztuczna inteligencja...*

Nastąpi tak duży postęp, że nie będziemy w stanie odróżnić, czy rozmawiamy z komputerem, czy z drugim człowiekiem. Z wielu zawodów ludzie zostaną całkowicie wyeliminowani. Komputery będą podejmowały bezbłędne i natychmiastowe decyzje. Wszelkie niebezpieczne prace będą wykonywały roboty. Staną się one na tyle zaawansowane, że będą przewyższać ludzi pod względem fizycznym i umysłowym. Możliwe, że sztuczna inteligencja rozwinie się na tyle, że po raz pierwszy w historii komputer otrzyma Nagrodę Nobla.

Spis rysunków:

1. Rys. 1 Abakus , źródło : <http://www.math.edu.pl/images/anegdoty/abakus.gif>
2. Rys. 2 Kostki Napiera, źródło: http://www.sciencemuseum.org.uk/images/object_images/277x265/10411346.jpg
3. Rys. 3 Suwak logarytmiczny, źródło: <http://www.cyberfoto.pl/galeria/data/16/0b4c28ea3e4011b6fff4f4b52ee5bd93.jpg>
4. Rys. 4 Gottfried Wilhelm Leibniz, źródło: <http://www.mathematik.ch/mathematiker/Leibniz.jpg>
5. Rys. 5 Kalkulator Leibniza, źródło: <http://www.moskat.pl/szkola/informatyka/img/sumator.jpg>
6. Rys. 6 Charles Babbage, źródło: <http://www2.lv.psu.edu/oji/courses/ist-240/reports/spring2001/fa-cb-bc-kf/images/babbage.jpg>
7. Rys. 7 Maszyna analityczna, źródło: http://www.moskat.pl/szkola/informatyka/img/maszyna_anal_babbage.jpg
8. Rys. 8 Herman Hollerith, źródło: http://www.info.biz.hr/Typo3/typo3_01/dummy-3.8.0/uploads/pics/kar_100.jpg
9. Rys. 9 Maszyna tabulacyjna, źródło: <http://www.grafull.mtvk.pl/historiakomputera/images/hollerith.jpg>
10. Rys. 10 Leslie Comrie, źródło: http://www.nzedge.com/heroes/images/bar_comrie.jpg
11. Rys. 11 Konrad Zuse przy komputerze Z-3, źródło: <http://www.rtd-net.de/Z3.GIF>
12. Rys. 12 Komputer Mark I, źródło: http://www.computerhistory.org/timeline/images/1944_harvard_markI_large.jpg
13. Rys. 13 John Atanasoff, źródło: <http://tangra-bg.org/eng/atanasoff/FIG53.jpg>
14. Rys. 14 ENIAC, źródło: <http://blogs.atlassian.com/developer/eniac3.jpg>
15. Rys. 15 John von Neumann, źródło: <http://www.atomicarchive.com/Images/bio/B03.jpg>
16. Rys. 16 EDSAC, źródło: <http://www.princeton.edu/~mike/articles/histories/edsac.jpg>
17. Rys. 17 UNIVAC, źródło: http://www.computerhistory.org/timeline/images/1951_univac_large.jpg
18. Rys. 18 CDC 1604, źródło: http://www.computerhistory.org/timeline/images/1957_cdc.jpg
19. Rys. 19 Jeden z układów scalonych komputera PDP-11 (DEC), źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/File:KL_DEC_F11.jpg
20. Rys. 20 System/360 (IBM), źródło: http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_intro2.html

21. Rys. 21 PDP-8 (DEC), źródło: <http://www.computermuseum.li/Testpage/DEC-PDP-8.htm>
22. Rys. 22 PDP-10 wraz z dodatkowym wyposażeniem (pamięć, napędy dyskowe, drukarka, konsola), źródło: <http://www.columbia.edu/acis/history/pdp10.html>
23. Rys. 23 Logo firmy, źródło: <http://www.intel.com/>
24. Rys. 24 Intel 4004, źródło: <http://www.intel.com/museum/archives/4004.htm>
25. Rys. 25 IBM 3340 Direct Access Storage Facility, źródło: http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_3340.html
26. Rys. 26 Altair 8800, źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/ALTAIR_8800
27. Rys. 27 Apple I, źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_I
28. Rys. 28 Apple II, źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_II_series
29. Rys. 29 VisiCalc uruchomiony na komputerze Apple II, źródło: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Visicalc.png>
30. Rys. 30 IBM Personal Computer, źródło: <http://oldcomputers.net/c64.html>
31. Rys. 31 Commodore 64, źródło: <http://oldcomputers.net/c64.html>
32. Rys. 32 Apple Macintosh Portable, źródło: <http://apple-history.com>
33. Rys. 33 Apple Newton Message Pad źródło: <http://apple-history.com>
34. Rys. 34 Lynx - Jedna z pierwszych przeglądarek stron internetowych, źródło: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Lynx_\(web_browser\).png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Lynx_(web_browser).png)
35. Rys. 35 Asus T91 - jeden z rodziny netbooków Eee PC, źródło: <http://pl.asus.com/products.aspx?l1=24&l2=164&l3=0&l4=0&model=2851&modelmenu=1>
36. Rys. 36 Steve Smith (Vice President firmy Intel) pokazuje mikroprocesor Westmere wykonany w technologii 32nm, źródło: <http://www.intel.com/pressroom/kits/32nm/westmere/photos.htm>
37. Rys. 37 Tak wyglądają niektóre z gestów obsługiwane przez komputery przenośne Apple, źródło: http://support.apple.com/kb/HT1115?viewlocale=pl_PL
38. Rys. 38 Aplikacja Zipcar dla iPhone'a, źródło: <http://live.myapple.pl/wwdc2009>
39. Rys. 39 Deep Blue - komputer grający w szachy, stworzony przez IBM, źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_Deep_Blue
40. Rys. 40 Budowa systemu eksperckiego (ekspertowego), źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/System_ekspertowy
41. Rys. 41 Schemat prostej sieci neuronowej, składającej się z dwóch warstw neuronów, źródło: <http://www.neuron.kylos.pl/pliki/jednokier/jednokier2.html>
42. Rys. 42 Robot TOPIO 2.0, źródło: <http://en.wikipedia.org/wiki/TOPIO>
43. Rys. 43 Rolly - tańczący odtwarzacz MP3, źródło: <http://www.sony.pl/hub/rolly>

44. Rys. 44 Część komputera kwantowego, zbudowanego przez firmę D-Wave Systems, źródło: <http://gizmodo.com/235300/d+wave-quantum-computer-to-span-multiple-universes-next-tuesday>
45. Rys. 45 Komputer przyszłości?, źródło: <http://gombar.in/wonders-of-technology-our-future-pc>

Bibliografia:

- 1) Hans Kaufmann, *Dzieje komputerów*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980,
- 2) Włodzisław Duch, *Fascynujący świat komputerów*, Wydawnictwo Nakom, Poznań 1997,
- 3) <http://www.math.edu.pl/liczydlo-abakus> .
- 4) http://pl.wikipedia.org/wiki/Gottfried_Wilhelm_Leibniz .
- 5) <http://www.grafull.mtvk.pl/historiakomputera/3holerith.htm> .
- 6) http://pl.wikipedia.org/wiki/Konrad_Zuse .
- 7) http://edu.i-lo.tarnow.pl/inf/hist/001_komp/1939ad.php .
- 8) <http://www.superkomputery.technetium.pl/> .
- 9) http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Biografia_Neumann%2C_John .
- 10) http://edu.i-lo.tarnow.pl/inf/hist/001_komp/1946ad.php .
- 11) http://pl.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_I .
- 12) <http://www.superkomputery.technetium.pl/> .
- 13) http://www.superkomputery.technetium.pl/karta_generacja_druga/cdc1604.htm .
- 14) <http://www.e-expert.com.pl/index2-3.html> .
- 15) <http://www.e-expert.com.pl/index2-3.html> .
- 16) <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3990973> .
- 17) http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_intro2.html .
- 18) <http://www.computermuseum.li/Testpage/DEC-PDP-8.htm> .
- 19) <http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-8> .
- 20) <http://www.columbia.edu/acis/history/pdp10.html> .
- 21) <http://en.wikipedia.org/wiki/PDP-11> .
- 22) http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_random_access_memory .
- 23) http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_3340.html .
- 24) <http://www.pldos.pl/bogus/hardware/procesory/intel/i4004/i4004.htm> .
- 25) <http://www.pldos.pl/bogus/hardware/procesory/intel/i8008/i8008.htm> .
- 26) http://en.wikipedia.org/wiki/Altair_8800 .
- 27) <http://www.cpu-world.com> .
- 28) http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_I .
- 29) http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_II_series .
- 30) <http://www.cpu-world.com> .
- 31) <http://oldcomputers.net/atari400.html> .
- 32) <http://oldcomputers.net/atari800.html> .
- 33) <http://www.cpu-world.com> .
- 34) <http://apple-history.com> .
- 35) <http://pclab.pl/art33917.html> .
- 36) en.wikipedia.org/wiki/45_nanometer .
- 37) www.apple.com/quicktime/qtv/keynote/ .
- 38) <http://webhosting.pl/Twoj.Pulpit.w.Sieci..Przegląd.darmowych.systemow.WebOS> .
- 39) http://www.fizyka.umk.pl/~duch/ref/PL/_9ai-med/ai-med1.html .
- 40) http://www.fizyka.umk.pl/~duch/ref/PL/_9ai-med/ai-med-lista.html .
- 41) <http://www.cyc.com> .
- 42) Chris Herzog „The Future of Computer Technology” (Computer Geeks) [http://www.geeks.com/techtips/ttpdfs/Geeks.com_Tech-Tip%20104%20-%20The%20Future%20of%20Computer%20Technology.pdf]
- 43) ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors) Reports - 2007 Edition „Executive Summary” [<http://www.itrs.net/Links/2007ITRS/ExecSum2007.pdf>]