

Stefan WĘGRZYN
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

INFORMATYKA WCZORAJ I DZIŚ

Streszczenie. Informatyka jest dziedziną nauki o zapisywaniu, przechowywaniu, przekształcaniu i przekazywaniu informacji.

Tak rozumiana informatyka nie przestaje odgrywać podstawowej roli w zainspirowanym przez nią powstaniu i rozwoju współczesnych komputerów elektronicznych, ich urządzeń zewnętrznych, sieci i systemów realizacji procesów obliczeniowych, ale stała się też i jest dziś jedną z podstawowych dziedzin nauki kształtującą w istotny sposób kierunki rozwoju nauki jako całości.

Słowa kluczowe: przechowywanie, przekształcanie i przekazywanie informacji

INFORMATICS YESTERDAY AND TODAY

Summary. Informatics is the branch of science dedicated to the study recording, storing, transforming, and transmitting of information.

So defined, informatics has inspired and still does not stop to play a basic role in the creation and development of modern electronics computers, its peripheral devices, networks and systems for performing numerical processes. Informatics has once become, and is one of the basic fields of science, which significantly shapes the directions of scientific development as a whole.

Keywords: storing, transforming and transmitting of information

1. Wprowadzenie

W otaczającym nas świecie stale zachodzą procesy ruchu oraz przetwarzania mas, energii i informacji.

Procesy ruchu oraz przetwarzania mas i energii były już od dawna przedmiotem badań naukowych. Obecnie przedmiotem intensywnych badań naukowych stają się też procesy ruchu i przetwarzania informacji, wychodzące daleko poza ich dotychczasowy obszar okre-

ślany jako informatyka i ograniczany do problematyki komputerów elektronicznych. Obecnie w świetle prowadzonych badań w pełni uzasadnione jest bardziej ogólne traktowanie informatyki jako dziedziny nauki o ruchu i przetwarzaniu informacji i to zarówno w komputerach elektronicznych, jak i w innych technicznych systemach informatyki, np. w nano czy kwantowych, a także w systemach informatyki istniejących w organizmach biologicznych. Odpowiedniemu kształtowaniu procesów ruchu i przetwarzania informacji służą systemy informatyki. Struktura i organizacja systemu informatyki zależy od celu, któremu system ma służyć.

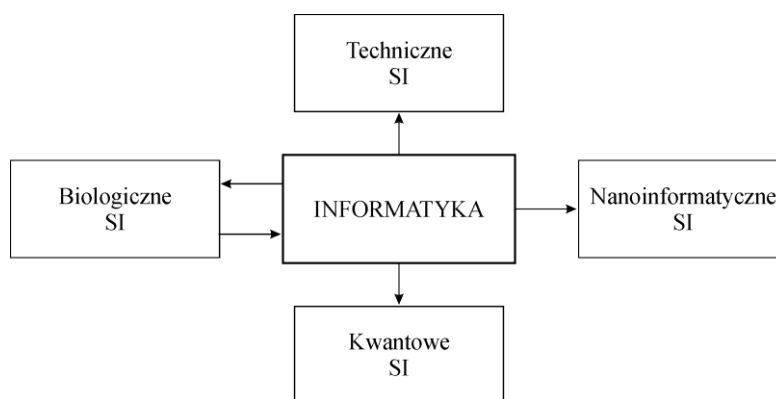
Takie np. systemy informatyki, których zadaniem był i jest rozwój i utrzymywanie życia na Ziemi, tworzyła i tworzy natura od miliardów lat. Będziemy je nazywać biologicznymi systemami informatyki.

Od około sześćdziesięciu lat ludzie intensywnie budują systemy informatyki, których celem jest realizacja procesów obliczeniowych i procesów gromadzenia, przetwarzania i przekazywania danych. Są to elektroniczne komputery, komputerowe optoelektroniczne systemy sieciowe oraz metody i programowanie realizacji procesów obliczeniowych i procesów gromadzenia, przetwarzania i przekazywania danych. Będziemy je nazywać technicznymi systemami informatyki.

Ludzie zamierzają budować, wzorując się w dużym stopniu na biologicznych systemach informatyki, takie systemy informatyki, których zadaniem ma być sterowanie realizacją nanotechnologicznych procesów wytwarzania samoreplikujących się produktów i obiektów. Będziemy je nazywać nanoinformatycznymi systemami sterującymi nanotechnologicznymi procesami wytwarzania.

Ludzie projektują też obecnie budowę kwantowych systemów informatyki o nie w pełni jeszcze określonym zakresie zastosowań, w których symbolami liter języka programowania mają być spiny atomowe.

Ilustracja tak rozumianej informatyki i jej systemów jest przedstawiona na rys. 1.



Rys. 1. Informatyka i jej systemy SI – systemy informatyki

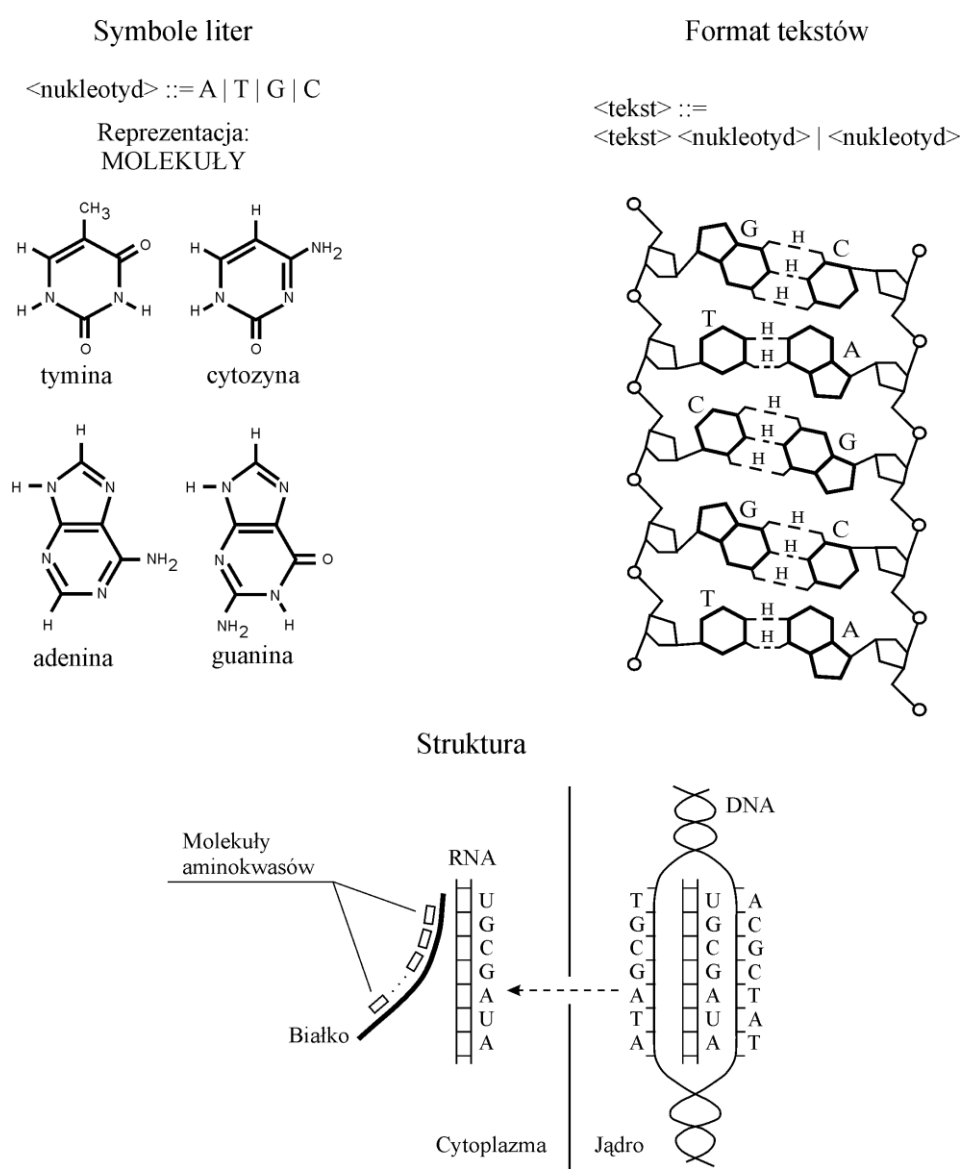
Fig. 1. Informatics and its systems, S.I. – informatics systems

Oto krótkie omówienie poszczególnych systemów informatyki z rysunku 1.

2. Biologiczne systemy informatyki

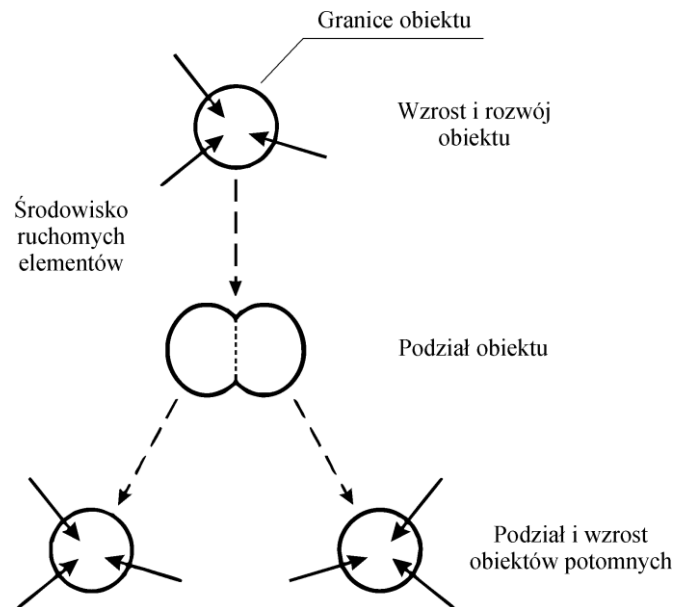
Celem biologicznych systemów informatyki jest rozwój i utrzymanie życia na Ziemi. Symbole terminalne programów zakodowanych w biologicznych systemach informatyki reprezentowane są przez molekuly tyminy, cytozyny, adeniny i guaniny nazywane nukleotydami i oznaczane są symbolami: T, C, A, G, tak jak to ilustruje rys. 2.

Symbolami terminalnymi języka programowania w biologicznych systemach informatyki są w łańcuchu DNA molekuly adeniny, tyminy, guaniny i cytozyny, a w łańcuchu RNA tymina zostaje zastąpiona przez uracyl.

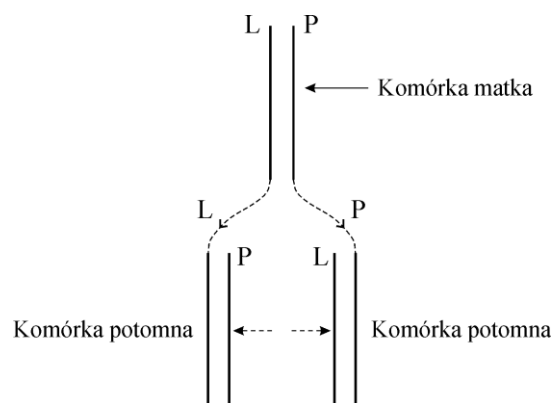


Rys. 2. Podstawowe parametry, litery, teksty i struktury biologicznych systemów informatyki
 Fig. 2. Essentials parameters, letters, structures of the biological systems of informatics

Format tekstów programów charakteryzuje się tym, że zapis jest podwójny, co jest następnie podstawą dla realizacji procesów samoreplikacji, tak jak to ilustrują rysunki 3 i 4.



Rys. 3. Ilustracja procesu samoreplikacji
Fig. 3. Illustration of the selfreplication process



Rys. 4. Replikacja łańcucha DNA
Fig. 4. Replication of the DNA chain

Celem biologicznych systemów informatyki jest budowa i rozwój organizmów biologicznych, dla których podstawowymi produktami są białka. Proces syntezy tych białek był przedstawiony na rysunku 2.

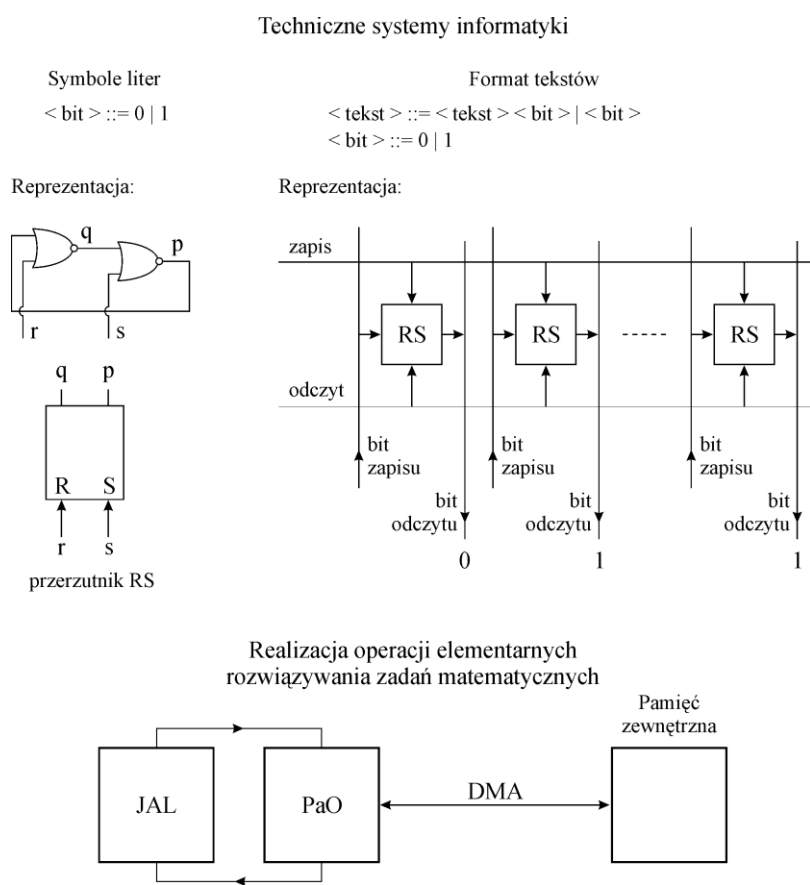
3. Techniczne systemy informatyki

Celem budowanych przez ludzi od około 60 lat technicznych systemów informatyki było wspomaganie procesów rozwiązywania zadań o charakterze matematycznym i logicznym.

Realizowane w nich algorytmy można określić jako uporządkowane zbiory operacji takich, że po ich wykonaniu otrzymuje się rozwiązanie dowolnego zadania z określonej klasy zadań.

Podstawowe parametry technicznych systemów informatyki przedstawione są na rys. 5.

Przyjęto w nich dwójkowy system liczenia, stąd symbolami terminalnymi języka programowania są dwuwartościowe zmienne, zwane bitami. Teksty mają zapis pojedynczy, a programy mogą być umieszczane w pamięciach zewnętrznych, skąd przesyłane są do pamięci operacyjnej i włączane do toczącego się w jednostce centralnej, utworzonej z pamięci operacyjnej PaO i jednostki arytmetyczno-logicznej JAL, procesu obliczeniowego.



Rys. 5. Podstawowe parametry technicznych systemów informatyki
Fig. 5. Essentials parameters of technical informatics systems

4. Nanosystemy informatyki

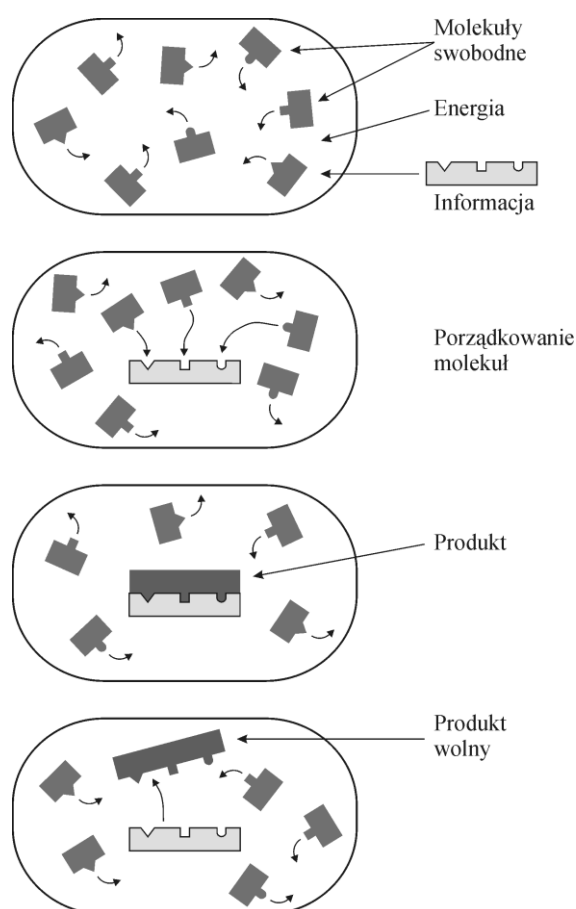
Prowadzone obecnie prace nad Nanoinformatycznymi Systemami Informatyki idą w kierunku budowy systemów wzorowanych na biologicznych systemach informatyki, realizujących algorytmy budowy samoreplikujących się produktów i obiektów kształtowanych nanotechnologiami, to jest "atom po atomie".

Realizowane w nich algorytmy można określić jako uporządkowane zbiory operacji takich, że po ich wykonaniu otrzymuje się dowolny obiekt (produkt) z określoną klasą obiektów (produktów).

W tych rozwiązaniach podstawowymi problemami są urządzenia do pozycjonowania atomów i molekuł w wyznaczonych miejscach tworzonych struktur i sterujące tymi procesami nanosystemy informatyki, które zapewniłyby im własności samoreplikacji.

Wśród urządzeń do pozycjonowania atomów bierze się pod uwagę mikroskopy skaningowe, mikroskopy sił atomowych i tak zwane silniczki DNA.

Na rysunku 6 przedstawiona jest idea procesu informatycznej nanotechnologii syntezy produktów i obiektów.



Rys. 6. Ilustracja procesu informatycznej nanotechnologii syntezy produktów
Fig. 6. Illustration of the informatics nanotechnologic products synthesis

5. Kwantowe systemy informatyki

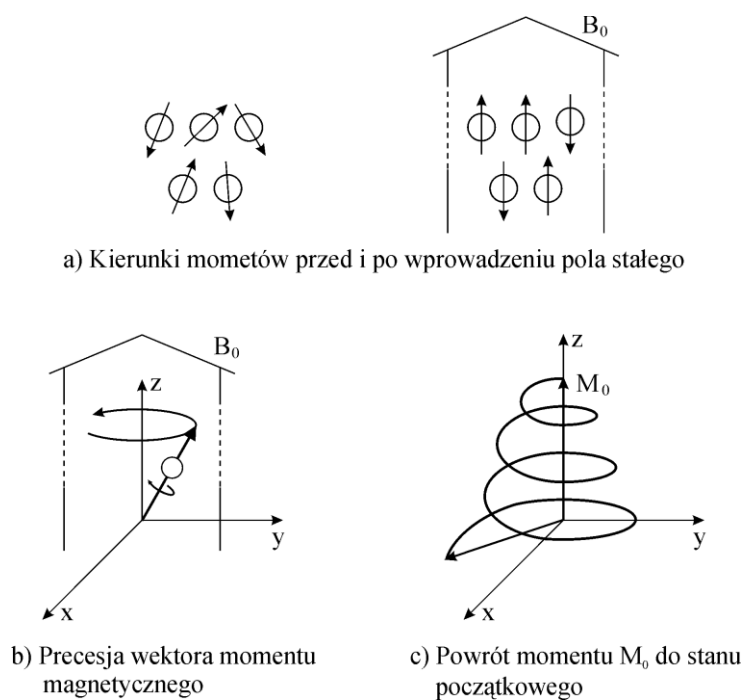
Podstawowym zjawiskiem fizycznym brany pod uwagę w aktualnie prowadzonych pracach nad komputerami kwantowymi jest specyficzne, opisywane za pomocą mechaniki kwantowej, zachowanie się jąder atomów, zwane jądrowym rezonansem magnetycznym.

Zjawisko to polega na, zachodzącym w niektórych przypadkach, rezonansowym pochłanianiu energii elektromagnetycznej w ciałach stałych, cieczech i gazach, a związane jest z posiadaniem przez jądra pierwiastków o nieparzystej liczbie protonów lub neutronów wewnętrznego momentu pędu, zwanego spinem, oraz momentu magnetycznego.

Przy braku zewnętrznego pola magnetycznego kierunki momentów magnetycznych jąder są ustawione przypadkowo (rysunek 7a).

Jeżeli badany obiekt umieścimy w stałym polu magnetycznym o indukcji B_0 , to niektóre z jąder o początkowo przypadkowym ustawieniu kierunków momentów magnetycznych zostaną uporządkowane w odniesieniu do B_0 , przyjmując położenie równoległe lub antyrównoległe (rysunek 7a).

Niezależnie od tych dwóch możliwych położenia, wektor momentu pędu każdego jądra wykonuje w przestrzeni ruch obrotowy, zakreślając stożek, którego wierzchołek stanowi jądro atomu. Ruch taki nosi nazwę precesji i jest wywołany działaniem zewnętrznej siły magnetycznej (rysunek 7b).



Rys. 7. Ilustracja kierunków spinów w zewnętrznym polu magnetycznym

Fig. 7. Illustration of the direction of the spins from in the outside magnetic field

Częstotliwość ruchu precesyjnego zależy od indukcji pola magnetycznego B_0 , i określona jest wzorem Larmora:

$$f_0 = \gamma B_0 / 2\pi$$

lub

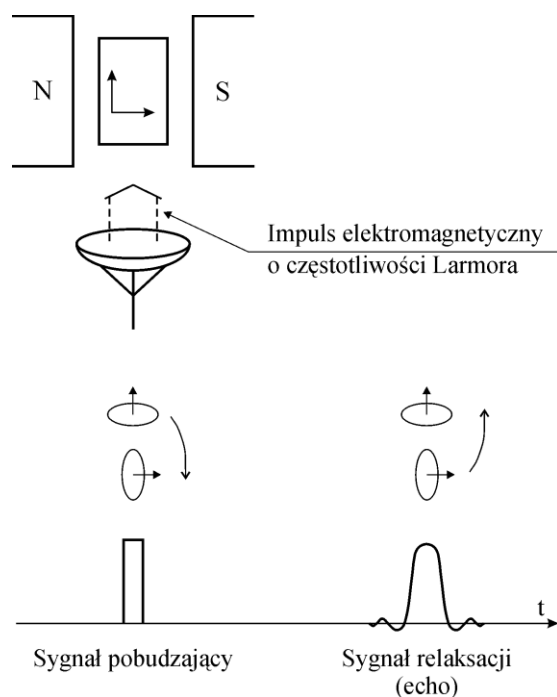
$$\omega_0 = \gamma B_0$$

gdzie: γ – stała żyromagnetyczna, B_0 mierzone w teslach, 1 T = 10000 Gaus.

W warunkach równowagi termodynamicznej liczba jąder ustawiona zgodnie z kierunkiem B_0 (co odpowiada niższemu poziomowi energetycznemu stanu magnetycznego) jest większa od liczby jąder ustawionych przeciwnie, antyrównolegle. W badanym obiekcie wystąpi niewielkie, wypadkowe namagnesowanie (wypadkowy moment magnetyzacji) M_0 , tak jak to ilustruje rysunek 7c.

Taki układ może pochłonąć energię dostarczoną z zewnątrz, gdy częstotliwość zewnętrznego wzbudającego pola elektromagnetycznego jest równa częstotliwości Larmora. Częstotliwość ta leży w przedziale częstotliwości radiowych, dlatego mówi się potocznie o impulsach radiowych.

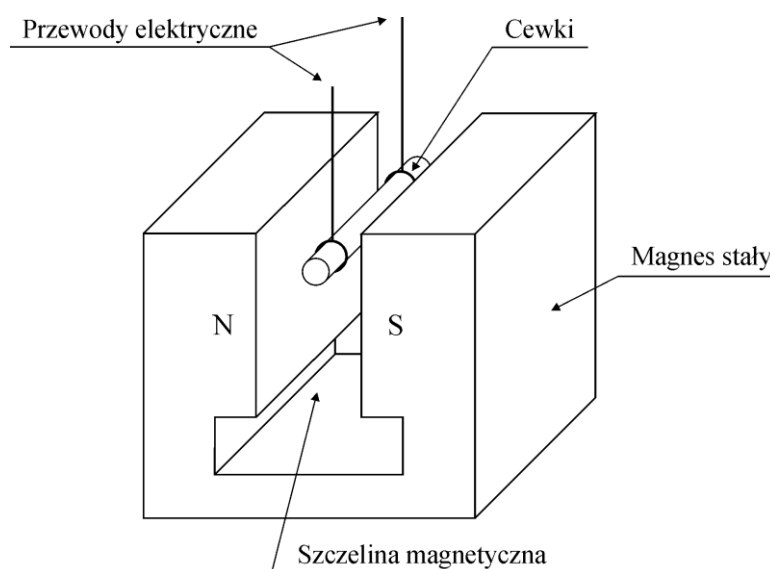
Po otrzymaniu impulsu zmiennego pola magnetycznego o częstotliwości Larmora wypadkowy wektor magnetyzacji może zmienić położenie, a po ustaniu pobudzenia powrócić do stanu początkowego, emitując wówczas impuls elektromagnetyczny, tak jak to ilustruje rysunek 7c. Można więc mówić o sygnałach sterujących i sygnałach echa, tak jak to ilustruje rysunek 8.



Rys. 8. Sygnały sterujące i sygnały echa
Fig. 8. Control signals and echoes signals

W informatyce prowadzi się badania nad możliwościami wykorzystania metod jądrowego rezonansu magnetycznego do realizacji właściwych informatyce procesów obliczeniowych.

W układzie doświadczalnym komputera kwantowego, przedstawionym na rysunku 9, rurka z cieczą, o znanym składzie i strukturze, umieszczona jest w stałym polu magnetycznym B_0 . Momenty poszczególnych atomów molekuł cieczy znajdującej się w rurce traktuje się jako symbole elementarnych jednostek obliczeniowych (qubitów), a proces obliczeniowy polega na realizacji programu, którym jest wprowadzenie serii odpowiednio dobranych impulsów elektromagnetycznych zmieniających stany spinów i odczytanie wyniku.



Rys. 9. Doświadczalna struktura komputera kwantowego
Fig. 9. Structure of the experimental quantum computer

W pracach doświadczalnych N. Gerschenfelda i I. Chuanga cieczą był chloroform (CHCl_3), a więc ciecz o molekułach złożonych z atomów węgla (C), wodoru (H) i chloru (Cl). Z uwagi na to, że węgiel 12 nie ma spinu, autorzy użyli izotopu węgla z jednym dodatkowym neutronem, który dostarczył jądra niezbędnemu spinu.

Atomy C i H występują w molekułach chloroformu obok siebie, co powoduje wzajemne uzależnienie reakcji każdego z nich od stanu sąsiedniego.

Przeprowadzono następujące eksperymenty: przy początkowym równoległym, w stosunku do B_0 , spinie C wprowadzono przy różnych położeniach spinu H – jeden po drugim – impulsy zmiennego pola magnetycznego, oddziałując na położenie spinu C.

Pierwszy odchyłał położenie spinu C o 90° , drugi natomiast odchyłał go o dalsze 90° do położenia równoległego lub antyrównoległego w zależności od kierunku spinu wodoru (H). Mianowicie – przy równoległym położeniu wodoru zewnętrzny impuls odwraca spin C o 180° od jego położenia wyjściowego, a przy antyrównoległym położeniu spinu H przywraca go do położenia wyjściowego. Można to zilustrować następującą tabelką (rys. 10).

Zachowanie się spinów C i H można zapisać za pomocą równań logicznych. Oznaczmy np. stan spinu wodoru przez „ a ”, stan spinu węgla przez „ b ” i przyjmijmy:

$$a = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli stan spinu jest równoległy} \\ 1 & \text{jeżeli stan spinu jest antyrównoległy} \end{cases}$$













i podobnie dla węgla:

$$b = \begin{cases} 0 & \text{jeżeli stan spinu jest równoległy} \\ 1 & \text{jeżeli stan spinu jest antyrównoległy} \end{cases}$$

to b_1 stan spinu węgla C po dwóch kolejnych 90° impulsach elektromagnetycznych można zapisać w następujący sposób:

$$b_1 = b \oplus a$$

gdzie symbol \oplus oznacza sumę modulo 2. Jest to tak zwana operacja CNOT (NOT – kontrolowany).

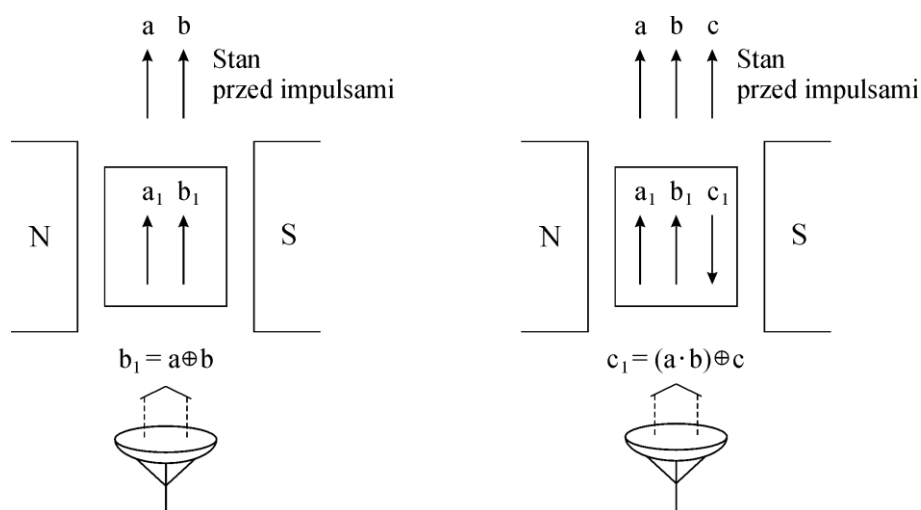
H	C	H	C	Uwagi
$a = 1$ 	$b = 1$ 	$a = 0$ 	$b = 1$ 	Stan początkowy
	szybko 		wolno 	Po pierwszym impulsie 90°
	$b_1 = 0$ 		$b_1 = 1$ 	Po drugim impulsie 90°

$$b_1 = a \oplus b$$

Rys. 10. Doświadczenia Gerschenfelda i Chuanga nad molekułą chloroformu CHCl_3

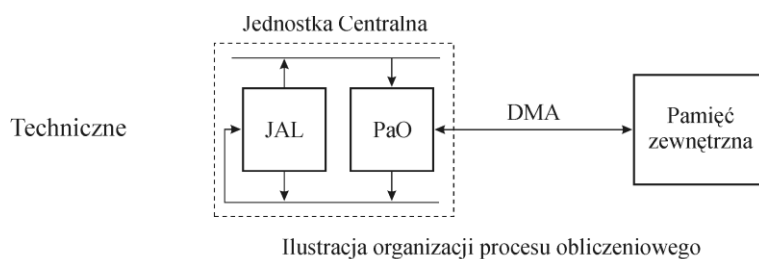
Fig. 10. Gerschenfeld and Chuang experiences with a molecule CHCl_3

Aktualnie bada się też relacje zachodzące między spinami kilku sąsiadujących w danej molekułe atomów (rysunek 11). Bada się też możliwości konstrukcji komputera kwantowego na podstawie pułapkowania jonów i kropek kwantowych w ciele stałym.

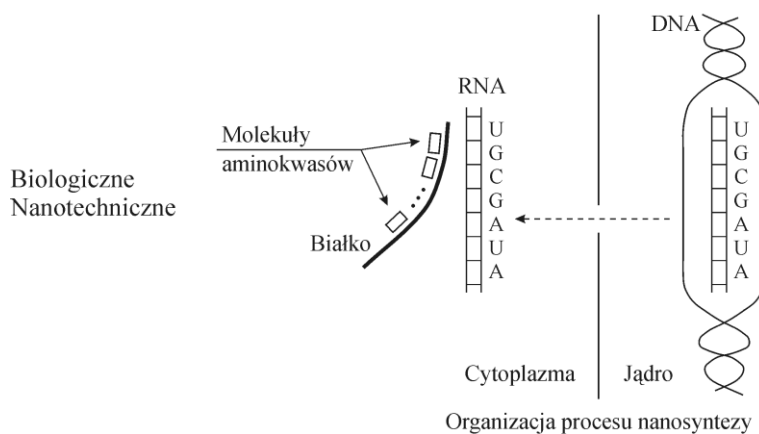


Rys. 11. Sterowanie spinów zewnętrznymi impulsami
 Fig. 11. Control of the spin through outside signal

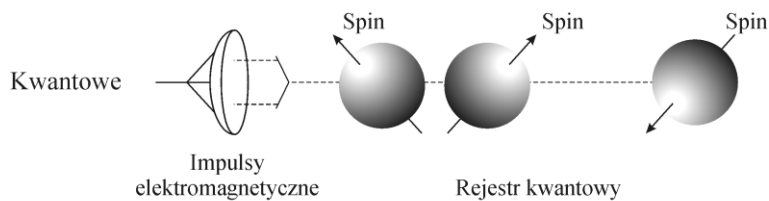
Struktury omówionych systemów informatyki przedstawione są na rys. 12.



Ilustracja organizacji procesu obliczeniowego



Organizacja procesu nanosyntezy



Organizacja procesu kwantowego przetwarzania informacji

Rys. 12. Struktury układów przetwarzania informacji w różnych systemach informatyki
 Fig. 12. Structures to convert the information in the different informatics systems

6. Konkluzja

Informatyka stworzyła podstawy do powstawania przemysłu komputerowego, którego produkty, to jest komputery elektroniczne i ich urządzenia zewnętrzne, a także sieci komputerowe można dziś spotkać, omalże w każdej dziedzinie działalności ludzkiej.

Dlatego znajomość architektury i oprogramowania komputerów elektronicznych oraz umiejętność przy ich pomocy organizacji procesów obliczeniowych dla potrzeb najrozmaitszych zastosowań jest dziś niezbędna.

Jest to jeden z symboli aktualnej obecności informatyki w naszym życiu codziennym, ale trzeba też mieć na uwadze to, że informatyka to nie tylko elektroniczne komputery i ich zastosowania, lecz przede wszystkim dziedzina nauki o ruchu i przetwarzaniu informacji, która odgrywa coraz istotniejszą rolę w rozwoju nauki jako całości, a w szczególności takich jej działów, jak biologia molekularna, medycyna, genetyka, nanotechnologie, mechanika kwantowa.

Badania prowadzone nad genomem człowieka – to przecież badania nad największym, najbardziej złożonym i chyba najdoskonalszym systemem informatyki, w którym zakodowane są programy rozwoju organizmu człowieka.

W inżynierii materiałowej planowane realizacje nanomateriałów wymagają opracowania odpowiednich nanosystemów informatyki. Są to, można powiedzieć, naukowe oblicza informatyki.

Biorąc to pod uwagę, można stwierdzić, że przedstawienie informatyki jako wiedzy ograniczającej się tylko do elektronicznych komputerów cyfrowych stanowiłoby obecnie zagrożenie dla pełnego rozwoju informatyki, jako dziedziny nauki, i dla rozwoju całej nauki, w której informatyka staje się istotnym elementem drogi naszego poznania.

BIBLIOGRAFIA

1. Węgrzyn S., Znamirowski L.: Multistage Informatics Technology. Archiwum Informatyki Teoretycznej i Stosowanej, Gliwice 2005.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Andrzej Grzywak

Wpłynęło do Redakcji 15 czerwca 2010 r.

Abstract

Informatics is the branch of science dedicated to the study recording, storing, transforming, and transmitting of information.

So defined, informatics has inspired and still does not stop to play a basic role in the creation and development of modern electronics computers, its peripheral devices, networks and systems for performing numerical processes. Informatics has once become, and is to this day, one of the basic fields of science which significantly shapes the directions of scientific development as a whole. In particular, the shaping pertains to such scientific fields as genetics, molecular biology and medicine. Informatics also influences theoretical foundations of nanotechnological processes of manufacturing, and especially, its subfield of computer aided design and synthesis of molecules, that is the foundation of ecological processes of production.

One of the problems that continues to exist is the finding of the answer to the still timely question, how to the systems of informatics, that exist in the biological organisms, participate in the organization of processes, that form the basis of the phenomenon of life.

Adres

Stefan WĘGRZYN: Politechnika Śląska, Instytut Informatyki, ul. Akademicka 16,
44-100 Gliwice, Polska