

# 14

## Informatyka ogólna czyli teoria przetwarzania informacji

Rozdział autorstwa Witolda Marciszewskiego z książki: Witold Marciszewski i Paweł Stacewicz, „Umysł – Komputer – Świat. O zagadce umysłu z informatycznego punktu widzenia”, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2011.

**Wprowadzenie.** Z trzech wierzchołków trójkąta umysł-komputer-świat najlepiej znany ten wymieniony w środku – komputer. Przy jego pomocy, i to pomocy dwojakiej, jako modelu i jako narzędzia, próbujemy lepiej poznać i zrozumieć tak ludzki umysł jak i całość świata. Świat pojmujemy tu jako wszechświat brany w jego ewolucji: od momentu zero czyli wielkiego wybuchu po zaistnienie życia, powstanie umysłu jako wytworu życia, wreszcie powstanie cywilizacji jako wytworu umysłu.

Komputer jest nam znany najlepiej dlatego, że jest on naszym ludzkim wytworem, czego nie da się powiedzieć ani o umyśle ani o wszechświecie. Toteż w myśl rozsądnej zasady, by od rzeczy lepiej znanych postępować ku mniej znanim, próbujemy posługiwać się komputerem jako modelem umysłu w jego operacjach przetwarzania i wytwarzania informacji. A nawet, w co śmielszych spekulacjach, bierze się komputer za model wszechświata jako obiektu mającego za program prawa fizyki i zdolnego wytwarzać obiekty o coraz większej zawartości informacji, aż po takie arcydzieła, jak jest mózg ludzki i cywilizacja.

Mówić o roli komputera w modelowaniu umysłu to nie to samo, co wierzyć, że jest to model w pełni adekwatny, czyli że z jego pomocą zagadkę umysłu rozwiążemy do końca. Może nawet niektórzy w to wierzą (takimi zdają się być entuzjaści tzw. mocnej teorii sztucznej inteligencji), ale nie trzeba do nich należeć, żeby odnosić korzyści z porównywania umysłu z komputerem. Płodnym podejściem jest traktowanie umysłu jako wielowątkowego procesu przetwarzania informacji. Pozwala to porównywać umysł z komputerem jako urządzeniem do przetwarzania informacji i „podpatrywać”, jak to robi komputer. Komputer jest nam lepiej znany niż ludzki umysł, bo jest naszym wytworem, podczas gdy umysł jest przede wszystkim wytworem przyrody; i tak,

wnioskując z czegoś lepiej znanego o mniej znanym, zaczynamy to drugie lepiej rozumieć.

Komputer, nadając się dobrze na model umysłu, jest jednak przede wszystkim jego narzędziem do różnych celów, w szczególności narzędziem poznawania świata; stąd w naszym trójkącie jego centralna pozycja, między umysłem i światem. A gdy rozważamy komputer w jego najszerszym otoczeniu naukowym, technologicznym i społecznym, to się okazuje, że różne elementy tego otoczenia są to zarazem kamienie milowe postępów cywilizacji. Te kluczowe elementy to mowa, pismo, druk, przyrządy pomiarowe, przeróżne automaty i kalkulatory, telekomunikacja, techniki obliczeniowe i teorie matematyczne itd. A także zorganizowane, czyli uporządkowane z jakimś wkładem myśli, struktury społeczne; taki bowiem wkład myśli oznacza przyrost informacji w ogólnym bilansie świata, a to wchodzi w pole zainteresowań informatyki jako teorii dotyczącej przetwarzania i wytwarzania informacji.

Rozważania tej części książki ogniskują się wokół informatycznego ujęcia umysłu i cywilizacji, z nachyleniem w stronę tematyki cywilizacji, gdyż temat umysłu jest wielowątkowo ujęty w części pierwszej. Rozważania o przenikaniu się cywilizacji z osiągnięciami informatycznymi stanowią odpowiedź wprawdzie tylko częściową, ale w części szczególnie ważnej, na pytanie o stosunek komputer-świat; trudno się z tym nie zgodzić, skoro cywilizacja jest najdojrzalszym owocem ewolucji wszechświata.

Zanim jednak przejdziemy do tej rozległej tematyki, trzeba pod jej kątem w pewien sposób scalić, co wiemy o komputerze na podstawie części pierwszej oraz o czym traktuje dyscyplina zwana informatyką, a wszystko to w roli przygotowania do rozważań nad głównym tej części tematem – nowoczesną świadomością informatyczną (▷esej 15) i nadbudowanym na niej światopoglądem (▷esej 16 i następane).

## §1. Co jest konieczne, żeby założyć na miano komputera?

1.1. Wokół pojęcia komputera mamy spore zamieszanie pojęciowe, z którego bierze się też niejasność co do zasięgu informatyki, czyli co do tego, jakie dokładnie zagadnienia nauka ta podejmuje. Uważny czytelnik części pierwszej znajdzie w niej dosyć danych, żeby wątpliwości takich uniknąć, ale obecnie, gdy sposobimy się do rozbioru zagadnień świadomości informatycznej, trzeba tamte dane pod nowym kątem pozbierać. To pozwoli jak najlepiej zdać potem sprawę, co jest tej świadomości przedmiotem i jak ona funkcjonuje.

Nasz potoczny dialekt użytkowników komputerów na tyle zacieśnia w tej kwestii horyzont, że pod słowem „komputer” rozumiemy na ogół sprzęt z dość wąskiej klasy, mianowicie takie układy, które są:

( $\alpha$ ) automatyczne, ( $\beta$ ) programowalne, ( $\gamma$ ) cyfrowe, ( $\delta$ ) elektroniczne.

Jak zobaczymy, nie mała nauka, także w kwestii zasięgu informatyki, płynie z zastanowienia, które z tych czterech atrybutów są naprawdę dla komputera istotne. To znaczy takie, że ich brak pozbawiłby dany układ prawa do nazywania się komputerem. Nie ma wątpliwości co do tego, że musi on posiadać cechy  $\alpha$  i  $\beta$ . Żeby się o tym przekonać, wystarczy przypomnieć sobie ich definicje. Oto stosowne przypomnienie.

Przez *automat* rozumiemy: ( $\alpha_1$ ) urządzenie techniczne wykonujące samoczynnie, w sposób z góry zaplanowany przez konstruktora, określone czynności, lub ( $\alpha_2$ ) urządzenie techniczne reagujące w ustalony z góry sposób na różne sytuacje, w których może się znaleźć, lub ( $\alpha_3$ ) obiekt abstrakcyjny z jednej z klas, które się bada w specjalnej teorii stanowiącej podstawowy dział informatyki teoretycznej.<sup>1</sup>

Różne urządzenia automatyczne były znane już w starożytności, a szczególnie zainteresowaniem darzono je w wieku 17-ym, kiedy nie tylko stały się powszechne w życiu codziennym, np. jako środki rozrywki, lecz pojawiły się także jako kategoria filozoficzna u Kartezjusza, Pascala i Leibniza. Za punkt przełomowy dla przemysłowego zastosowania automatów uchodzi wynaleziony przez Jamesa Watta (1736-1819) działający samoczynnie regulator obrotów maszyny parowej, typowy przykład klasy  $\alpha_1$ . Fotokomórka, która np., w reakcji na obraz uruchamia odpowiedni mechanizm, to przykład klasy  $\alpha_2$ .

*Programowalność* ( $\beta$ ) należy rozumieć jako zdolność układu do bycia programowanym przez człowieka w celu wykonania procesu obliczeniowego mającego przynieść rozwiązanie określonego problemu. Najbardziej złożone i najdoskonalsze automaty programowalne są to, oczywiście, komputery. Istotnym atrybutem komputera jest uniwersalność, różniąca go np. od ręcznego kalkulatora. Jest on urządzeniem zdolnym realizować dowolny program zgodny z systemem operacyjnym (jak Unix, Windows etc.) zaimplementowanym na danym komputerze. To, że problemy do rozwiązania mają zawsze charakter obliczeniowy nic nie ujmuje uniwersalności. Każde bowiem zadanie, jak przeszukiwanie bazy danych, wytwarzanie tekstu, czynności graficzne, nagrywanie lub odtwarzanie dźwięku, dowodzenie twierdzeń, diagnostyka itd. daje się zakodować cyfrowo, a wtedy staje się wykonalne jako ciąg operacji obliczeniowych (▷esej 17).

1.2. Wraz z pojęciem kodowania cyfrowego (cecha  $\gamma$ ) przechodzimy do pytania, czy ten rodzaj kodowania informacji jest konieczny, żeby urządzenie obliczeniowe wolno było nazwać komputerem. Naturę kodowania cyfrowego

---

<sup>1</sup> Zob. Zdzisław Pawlak, artykuł „Automat” w: *Mała encyklopedia logiki* pod red. Witolda Marciszewskiego, Ossolineum 1970, 1988 (wydanie rozszerzone). Bardziej zaawansowane opracowanie, obejmujące klasyfikację automatów jako obiektów abstrakcyjnych, stanowi artykuł Andrzeja Skowrona „Automaty” w: *Logika formalna. Zarys encyklopedyczny z zastosowaniem do informatyki i lingwistyki* pod red. Witolda Marciszewskiego, PWN 1987.

można objaśnić porównując je z takim sposobem kodowania, jak np. kodowanie dźwięku w jakimś układzie mechanicznym. Dźwięki można „tłumaczyć” na konfiguracje mechaniczne, jak to się dzieje w pozytywce, gdzie różne wysokości dźwięku koduje się za pomocą wypustek na obracającym się wałku, a te zależnie od swego położenia poruszają przy obrocie takie lub inne zamocowane obok struny (jakby rodzaj harfy). Owe struny, stosownie do swej długości, wydają takie lub inne dźwięki, i tak powstaje melodia. Kodem jest w tym przypadku konfiguracja wypustek i strun.<sup>2</sup>

Cyfrowe natomiast kodowanie melodii polega na opisie ilościowym każdego dźwięku, podającym jego wysokość, natężenie i odległość od sąsiednich dźwięków (jak to czyni, choć na inny sposób, partytura muzyczna). Opisujące ciąg dźwięków cyfry są zapisywane w kodzie binarnym, co pozwala je tłumaczyć na impulsy, np. elektryczne, a te sterowane odpowiednim programem generują dźwięki z głośnika.

Kodowanie takie jak w pozytywce nazywa się analogowym, ponieważ mamy tu odwzorowanie, czyli rodzaj analogii, między konfiguracją wypustek i strun oraz konfiguracją dźwięków. Przykład bardziej może wyraziście to tradycyjny telefon, gdzie częstotliwość fali akustycznej pobudzającej membranę mikrofonu wywołuje w niej analogiczną częstotliwość drgań mechanicznych; ta się przekłada na analogiczną częstotliwość fali elektromagnetycznej, która na wyjściu udziela się w postaci mechanicznej membranie głośnika, a ta wywołuje analogicznej częstotliwości fale akustyczne idące do ucha odbiorcy.

Otóż kodowanie analogowe nadaje się nie tylko dla pozytywek, telefonów etc., lecz także w przypadku wysoce złożonych problemów obliczeniowych. Korzystające z tej metody urządzenia noszą nazwę *komputerów analogowych* i jest ona w pełni zasłużona. W historii komputerów był nawet okres dominacji maszyn pracujących nie na zasadzie cyfrowej lecz analogowej. W nich jednostkami języka, w którym wyraża się dane oraz otrzymane z nich wyniki, są tworzące gęsty ciąg wielkości elektryczne lub mechaniczne, hydrauliczne itp. Do okolic roku 1970, nim postępy techniki uczyniły dogodniejszymi komputery cyfrowe, w świecie informatyki prym wiodła analogowość.

Wyszły one z użycia z takich m.in. racji, jak niższe koszty elektronicznych komputerów cyfrowych. Motyw bardziej zasadniczy, to dalece większa niezawodność i wierność tych drugich w odtwarzaniu sygnałów. Powód tej różnicy jest natury fizycznej, mianowicie podatność medium analogowego, np. prądu, na wpływy otoczenia: jeśli różnym napięciom prądu są przyporządkowane określone treści komunikatu, to wahania napięcia, za które odpowiada elek-

---

<sup>2</sup> Występujące w obecnym kontekście rozumienie kodu jest mniej restryktywne niż to, które się rozważa w eseju 17 pt. „Jak umysł rozmawia ze światem w kodzie binarnym”. W tamtym węższym rozumieniu kod jest sztucznym, wytworzonym do pewnego określonego celu, językiem. Taka wieloznaczność dopuszcza swobodę manewru polegającą na używaniu tego samego wyrażenia raz w jednym, raz w innym sensie, zależnie od kontekstu, byleby nadawca i odbiorca wypowiedzi byli świadomi, z którym sensem mają w danym kontekście do czynienia.

trownia czy linie przesyłowe, treść tę zniekształcają. Tymczasem, gdy jakaś treść jest kodowana przez sam stan płynięcia prądu, to zależy ona jedynie od stabilnego faktu zaistnienia sygnału, a nie od jego mocy czy innych parametrów podlegających różnym wahaniom.

Tak dochodzimy do konkluzji, że cyfrowość nie jest atrybutem dla komputera koniecznym, a komputery analogowe są na równi z cyfrowymi przedmiotem zainteresowań informatyki.

Kolej na pytanie, czy konieczny jest atrybut elektroniczności. Pod wpływem potocznego dialektu bylibyśmy może skłonni odpowiedzieć, że tak. Jeśliby ktoś nam powiedział, że pisze właśnie program na komputer hydrauliczny, można by pomyśleć że myli komputer z fontanną. A przecież układ hydrauliczny, jeśliby realizował automatycznie pod dyktando programu jakiś proces obliczeniowy (czyli przejawiał atrybuty  $\alpha$  i  $\beta$ ), miałby równe prawo do miana komputera, jak urządzenie elektroniczne. To, że pracowałby o tyle wolniej, o ile przepływ wody jest wolniejszy od przepływu prądu, nie ma tu nic do rzeczy. Ważne jest odbieranie, przetwarzanie i wysyłanie sygnałów w jakimś kodzie, w którym da się zapisać program dla procesu obliczeniowego; w kodzie binarnym liczbę jeden może równie dobrze wyrażać wytrysk wody jak też impuls prądu, a liczbę zero – brak takiego czy innego impulsu.

Pamiętajmy, że próbując budować liczące automaty nim pojawiła się elektroniczność, konstruktorzy byli skazani na rozwiązania natury mechanicznej i nie były to bynajmniej próby beznadziejne. Mogą to być również impulsy chemiczne, i tak dalej. Każdy rodzaj impulsów nadaje się do kodowania informacji.

Gdy stosowane są impulsy elektryczne, optymalnym środkiem zapisu informacji jest kod binarny. Nazywamy go cyfrowym trochę przez przypadek, bo przecież cyfry nie kończą się na symbolach „0” i „1” (a nawet, prawdę mówiąc, nigdy się nie kończą); teoretycznie rzecz biorąc, mogą to być dowolne cyfry, ale najpraktyczniej okazało się stosować te dwie, i taka dominacja binarności zdecydowała o jej praktycznym utożsamieniu z cyfrowością.

## §2. Kraina SPIN-ów jako domena informatyki ogólnej

2.1. Skoro informatyka obejmuje swym zakresem systemy nie tylko cyfrowe, lecz także analogowe, nie tylko elektroniczne, lecz także operujące innymi nośnikami sygnałów, to czy nie należy włączyć do tego zakresu układów łączących w sobie jedne i drugie własności? Zwłaszcza, gdy uzupełniając się wzajem, cechy te zapewniają optymalną efektywność obliczeń? Takie zmyślne hybrydy produkuje seryjnie Przyroda. Jej produktami są nasze ludzkie mózgi; oczywiście, nie tylko nasze, lecz także naszych mniej zaawansowanych braci w Ewolucji. Są to systemy, w których jedne części procesu obliczeniowego pra-

cują cyfrowo, inne analogowo. Część cyfrową obsługują impulsy elektryczne, zaś analogową impulsy chemiczne, jak neuroprzekazniki.

Da się zauważyć wyraźny trend ku tak szerokiemu pojmowaniu zakresu informatyki, żeby objąć nim również system nerwowy i inne układy organiczne, w szczególności molekuly DNA. Trend ten przejawia się w pojawieniu i dynamicznym rozwoju dyscyplin, z których jedna, dotycząca systemów nerwowych, została ochrzczona mianem *neuroinformatyki*, a druga, współdziałająca m.in. z genetyką – mianem *bioinformatyki*. Okazuje się zatem, że uprawia tę dyscyplinę nie tylko teoretyk złożoności obliczeniowej, teoretyk automatyki, konstruktor komputerów, programista, pracownik serwisu naprawy komputerów itd., lecz także neurobiolog badający przetwarzanie informacji w mózgu czyli neuroinformatyk, albo genetyk badający programy zakodowane w genach (można by go nazwać genoinformatykiem). Także niektóre układy społeczne w świecie przyrody funkcjonują w taki sposób, jakby były sterowane jakimś algorytmem; jest to tak uderzające w przypadku mrowiska, że informatycy podpatrują to dzieło anonimowego programisty w przyrodzie, żeby na jego wzór doskonalić własną sztukę programistyczną (tzw. algorytmy mrówkowe). Inne z kolei kategorie programów imitujących procesy w przyrodzie określamy jako genetyczne, jeszcze inne jako ewolucyjne.

Mamy więc nazwy algorytmów czy programów odwołujące się do procesów biologicznych, jak i nazwy nauk biologicznych mające w swym brzmieniu i treści odniesienie do informatyki. A przecież nie są to nauki zajmujące się komputerami; mózg nie jest automatem programowalnym przez człowieka, a jeśli rządzi się jakimś algorytmem zakodowanym w komórkach nerwowych, to jest on w jakimś stopniu zaprogramowany przez Przyrodę. To „w jakimś stopniu” trzeba dodać dlatego, że nie mamy pewności, czy rządzi tutaj tak ścisły determinizm jak w programach komputerowych, które są wyrażonymi w języku maszynowym algorytmami; niektórzy ludzie w to wierzą i trudno tę wiarę obalić, ale też nie jest łatwo jej bronić.

Tak czy inaczej, nawet jeśli mózgi i molekuly DNA są całkowicie zaprogramowane, nie jest to dziełem człowieka. Nie należą więc takie systemy do kategorii komputerów. A jeśli mają należeć do dziedziny informatyki, zgodnie z odnotowanym wyżej i mającym dobre racje trendem terminologicznym, to trzeba wprowadzić pojęcie szersze. Na tyle ogólne, że w jego zakresie znajdują się nie tylko komputery, lecz także owe inne systemy, podziękujące z komputerami pewien schemat strukturalny, jak też zadanie i zdolność rozwiązywania problemów na drodze obliczeniowej, lecz wywiązujące się z tego zadania w inny niż komputery sobie właściwy sposób.

Wiedza o strukturze komputera, łatwiejsza do uzyskania niż wiedza o przyrodzie (najlepiej rozumiemy własne wytwory) pomaga zdefiniować rozległą klasę obiektów, które nie są komputerami lecz dzielą z komputerami ich główne zadanie: rozwiązywanie problemów drogą przetwarzania informa-

cji. I z tego powodu mają podobną strukturę. Składają się na nią następujące komponenty (podane w nawiasie przykłady reprezentują komputery i organizmy oraz struktury społeczne, o których mowa dalej).

1. *odbiornik informacji* na wejściu (klawiatura, oko, okienko w biurze itd.)
2. *pamięć* czyli magazyn informacji (dysk, komórki mózgowe, archiwum)
3. przetwarzacz czyli *procesor*, a zarazem producent informacji (procesor komputera, komórki mózgowe, pracownicy biura z odpowiednim wyposażeniem)
4. będący na wyjściu układu *nadajnik* informacji (drukarka, aparat głosowy człowieka, komunikaty i korespondencja biura).
5. zakodowany w pamięci kompleks programów, które determinują, przynajmniej częściowo, rozwój i zachowania systemu; ich przykładem mogą być instynkty zwierzęce.

2.2. Na specjalną refleksję zasługuje wspomniana w punkcie 3 funkcja procesora jako producenta informacji. Chodzi bowiem nie o jakiegokolwiek przetwarzanie, jakim byłoby np. przewrócenie sterty klocków i usypanie z nich innej bezładnej sterty, ale o takie przetworzenie, które wprowadza jakiś porządek czyli strukturę, jak np. zbudowany z klocków pałac. Takie wprowadzanie struktury oznacza, że w wyniku przetwarzania informacji nastąpił jej przyrost; mówiąc potocznie, chodzi o to, że klockowy pałac „więcej mówi” niż bezładny stos, czyli zawiera coś, co nazywamy treścią albo informacją. Tak należy rozumieć określenie, że procesor produkuje informację. A oto inny przykład. Aksjomaty arytmetyki można tak bezsensownie przekształcić, żeby każdy przepisać od końca, albo uciąć w połowie, ale interesują nas tylko takie przekształcenia, dyktowane regułami logiki, które polegają na wyprowadzaniu z tych aksjomatów nowych twierdzeń czyli wytworzeniu nowej informacji.

Powiększanie ilości informacji w sensie wytwarzania struktur dotyczy w szczególności struktur społecznych. Zobrazujmy to takim zdarzeniem. Na miejsce biwakowe gdzieś w górach przyjechały dwie grupy obozowiczów. Zrazu obie są nieuporządkowane, to znaczy nie ma tam struktury, jak istnienie przywódcy, podział na określone grupy (np. wg wieku, płci, zainteresowań turystycznych), wyodrębnienie funkcji organizacyjnych. Z czasem to wszystko się wyłania i w każdej grupie układa się inaczej. Po czym poznajemy, że jest to równoznaczne z przyrostem informacji? Naturalnym kryterium jest długość najkrótszego opisu niezbędnego do zdania sprawy z danej struktury. Zanim nastąpi strukturyzacja, opis jest bardzo krótki: „po obozowisku kręci się bezładny tłumek”. Po dokonaniu zróżnicowań generujących strukturę jest do powiedzenia o wiele więcej: czy kierownictwo jest indywidualne czy kolektywne i kto je sprawuje, na ile podzielono się grup i na jakiej zasadzie, jakie stworzono funkcje organizacyjne i komu je powierzono itd. Rozwińmy jeszcze ten przykład o taki pouczający moment, że na obozie A gotuje się

strawę dla całego obozu w jednym wspólnym kotle; natomiast obóz B ma pięć mniejszych kociołków i wokół każdego tworzy się grupa użytkowników, która samorządnie decyduje o czasie posiłków, ich zawartości, kosztach, systemie dyżurów; między grupami zaś powstają relacje współpracy, konkurencji (np. kto zgotuje lepszą grochówkę na ogólnoobozowy konkurs, kto urządzi atrakcyjniejsze ognisko). Która z tych grup, A czy B, ma strukturę wymagającą dłuższego opisu, czyli zawierającą więcej informacji? Nie ulega wątpliwości, że B. Ta struktura nie spadła z nieba, była wytworem zbiorowej samorządnej twórczości grupy. Trzeba więc uznać grupę społeczną za układ (system) przetwarzający i produkujący informację.

Myśl, że struktury społeczne podobnie jak komputery i organizmy są przetwórcami i wytwórcami informacji zdaje się być na tyle nowa, że dla lepszego uutorowania jej drogi, przyda się jeszcze jeden przykład, tym razem dotyczący innego typu struktury.

Wejźmy do pierwszego z brzegu banku. Jedna z pań za biurkiem, analityk od spraw pożyczek, rozpatruje czyjeś podanie o kredyt. Dysponuje ona zespołem danych na wejściu, jak postulowana wysokość kredytu, jego przeznaczenie, wiek klienta, zatrudnienie, dochody itd., a także wchodzące w grę przepisy prawa. Tak m.in. realizuje się w biurze banku, na jego wejściu, funkcja odbiornika informacji. Odebrane informacje muszą być obecne w pamięci, czemu służą spisane dokumenty, środki ich przechowywania (teczki, dyski itp.), a także mózgi pracowników. Te dane mają być przetworzone na wniosek, czyli rozwiązanie problemu. Jest nim, powtórzmy, przekształcanie informacji wejściowej, żeby wyprodukować wynik, który pojawia się na wyjściu jako rozwiązanie podjętego problemu, a więc nowa informacja. Jeśli dalej śledzić ten proces, widzimy, że po takim przetworzeniu danych przychodzi czas na decyzję, i tu znowu mamy precyzyjną, na wzór algorytmu, procedurę przetwarzania wniosku w postanowienie; wiadomo, kto i gdzie ma złożyć podpis, gdzie jakie postawić pieczętki i do jakiego szczebla ma dokument dotrzeć po akceptację, żeby decyzja miała moc prawnie wiążącą. Tak powstaje ostateczny produkt w opisanym procesie przetwarzania informacji, tym razem mało spontanicznym (inaczej niż w przykładzie z biwakiem) lecz zachodzącym według dokładnie określonej procedury.

Takie przykłady pokazują, że nie od rzeczy byłoby zaproponować nowy szczegółowy dział informatyki: do neuroinformatyki i bioinformatyki powinna dołączyć *socjoinformatyka*. Termin ten jest nawet w obiegu (o czym zaświadcza Google), ale nie koniecznie w sensie tutaj proponowanym, wkomponowanym w systematyczną całość rozważań na temat przedmiotu informatyki. Szerszej ilustracji, czym by się zajmowała taka dyscyplina, dostarcza esej 20.

2.3. Tak dokonaliśmy przeglądu systemów przetwarzania informacji. Jako punkt odniesienia mamy w tym przeglądzie komputery czyli systemy będące automatami wytworzonymi przez ludzką technikę i całkowicie programo-



walne przez człowieka; te dzielą się na cyfrowe i analogowe, a pod innym względem na elektroniczne i pozostałe. Zbiór systemów przetwarzania informacji nie kończy się na komputerach. Należą doń także systemy biologiczne i społeczne. Nie dzielają one cech bycia automatem i programowalności, ale poza tym wykazują identyczną strukturę elementów biorących udział w procesie przetwarzania informacji. Ta wspólnota struktury wraz ze wspólnotą celu, jakim jest rozwiązywanie problemów drogą przetwarzania informacji, mocno wiąże klasę komputerów z klasami systemów biologicznych i systemów społecznych w jeden zbiór.

Powstaje w ten sposób rozległa dziedzina, kraina z różnorodnym pejzażem, od komputerów po świat bakterii, od molekuł DNA po mózgi geniuszy, od robotów po zespoły białych kołnierzyków przetwarzających dokumenty w klimatyzowanych wnętrzach swych biur. Każdemu obywatelowi tej krainy przysługuje tytuł *System Przetwarzania Informacji*, w skrócie SPIN. Mając ten skrót, moglibyśmy niezwykle krótko rzecz zdefiniować: że informatyka jest to nauka o SPIN-ach.

Moglibyśmy tak uczynić, teoretycznie mając do tego prawo. Napotkałoby to jednak trudną do sforsowania przeszkodę praktyczną. Mianowicie, w codziennym użytku, którego nie wolno ignorować, a więc w tytułach i programach podręczników szkolnych, ogłoszeniach o pracy, anonsach firm zwanych informatycznymi etc. pod słowem „informatyka” rozumie się naukę o elektronicznych komputerach cyfrowych lub praktyczne umiejętności ich konstruowania, programowania, konfigurowania, stosowania do różnych celów itd.

Nie wygląda na to, żeby tę praktykę językową dało się naprawić w imię słusznych racji teoretycznych. Jest jednak wyjście, do którego zachęca okoliczność, że mamy do czynienia z dziedziną bardzo rozległą, obejmującą wszelkie rodzaje SPIN-ów. Pozwala to na uzyskiwanie ważnych uogólnień co do praw rządzących ich strukturą i funkcjonowaniem. Nauka parająca się tym rozległym obszarem badań i technik, tak uniwersalna w swym zasięgu, zasługuje na to, żeby określać ją mianem *informatyki ogólnej*. Termin ten wprowadzamy do naszego leksykonu wyrażen kluczkowych. A posłużymy się nim dla zdefiniowania pojęcia świadomości informatycznej (▷esej 15).

Gdy trzeba wyjaśnić znaczenie jakiejś przydawki, tutaj przymiotnika „informatyczna”, odwołujemy się do sensu nazwy, od której dany przymiotnik pochodzi. Skoro informatykę rozumie się tak szeroko, że przysługuje jej miano informatyki ogólnej, to mówiąc o świadomości informatycznej trzeba na uwadze mieć taki stan świadomości, w którym obejmuje się myślą cały zakres tej dyscypliny, czyli cały świat SPIN-ów. W nim miejsce wyróżnione, jako model i porównawczy punkt odniesienia zajmują komputery cyfrowe. Uzbrojeni w tak skonstruowane pojęcia mamy szansę atakować nie bez powodzenia frapujące problemy w trójkącie umysł-komputer-świat.

