

WOJCIECH BORKOWSKI

MNIEJSZOŚCI I WIĘKSZOŚĆ – INNOWACJE I POSTĘP

Ekspozycji¹ na mempleks „postępu” po raz pierwszy uległem, gdy jako dziecko „ery Gierka” oglądałem serial *Kosmos 1999*², w świeżo ustanowione w PRL-u wolne soboty. Ta jedna na miesiąc wolna sobota była prawdziwym świętem. Emitowano magazyn „Studio 2”, wzorowany na telewizjach zachodnich i pełen materiałów z obszaru „zepsutego moralnie”, ale przecież niewątpliwie nowoczesnego, a przez to atrakcyjnego „Zachodu”. Gdy nieco podrosłem, zacząłem oglądać niezrównany do dziś program „Sonda”, a dzięki radiowej emisji mini powieści Stanisława Lema *Niezwyyczajony* rozpocząłem pochłanianie wszystkich książek SF, jakie mogłem znaleźć w bibliotece szkolnej, księgarni czy kiosku. Okazałem się bardziej podatny niż większość ganiających za piłką rówieśników, ale nie byłem w tej fascynacji osamotniony – w dwu rocznikach podstawówki było nas początkowo kilkunastu, potem kilku. Mój przyszły los został ostatecznie określony, gdy w pierwszej klasie liceum kolega, który wybrał tzw. „eksperyment”³, zaczął w dni wolne wypożyczać ze szkoły mikrokomputer ZX Spectrum i przesiadywać u mnie w domu. Zresztą nie z czystej sympatii – mieliśmy wtedy węgierski telewizor kolorowy marki Videoton, który w przeciwieństwie do rosyjskich telewizorów Rubin przystosowany był także do amerykańskiego kodowania PAL, dzięki temu obraz produkowany przez komputer dało się oglądać w kolorze.

Poza tym ostatnim szczęśliwym(?) zbiegiem okoliczności reszta przypadkiem nie była. Sięgająca korzeniami co najmniej Woltera, encyklopedystów francuskich, Kanta i innych myślicieli Oświecenia⁵, idea „postępu” była wtedy „wiodącym” hasłem „łączącym ponad granicami”, a nawet ponad „żelazną kurtyną”. Działający gdzieś na zapleczu „monopartii” inżynierowie społeczeństwa⁶ wymyślili zapewne⁷, że SF będzie dobrym antidotum i na konserwatyzm (czytaj: religijność) polskiego społeczeństwa i na nieuchronnie nadciągający kryzys gospodarczy. Inna sprawa, czy owi prototypowi „spin doktorzy” mieli rację, gdyż w tym czasie SF miało już do postępu stosunek ambiwalentny, który z czasem przeszedł w krytyczny, co zresztą spowodowało wkrótce zanik klasycznej wersji tego gatunku literatury na Zachodzie.

¹ „Ekspozycją” epidemiolodzy nazywają zdarzenie wejścia w kontakt z określonym czynnikiem zakaźnym.

² Można go nadal obejrzeć ściągając z Internetu, np. z witryny <http://iitv.info>.

³ Czyli LX LO im. Wojciecha Górskiego (<http://www.gorskilxlo.edu.pl/hist.htm>).

⁴ W odróżnieniu od stosowanego we Francji i w Krajach Demokracji Ludowej systemu kodowania SECAM.

⁵ Por. J. Szacki: *Historia myśli socjologicznej*. Warszawa 2006.

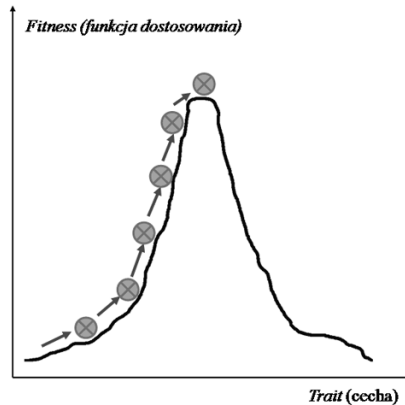
⁶ A może już „memetyczni”? W końcu było to po roku 1976, czyli po pierwszym wydaniu *Samolubnego genu*, który dziwnym trafem nie został przetłumaczony na język polski aż do upadku komunizmu.

⁷ Przynajmniej tak sądzi w swoich wspomnieniach Rafał Ziemkiewicz – działacz tzw. fandomu, jeden z ważniejszych pisarzy SF mojego pokolenia, a obecnie prawnicowy publicysta (R. Ziemkiewicz: *Wkurzam salon*. Warszawa 2011)

Rozważania na temat „kryzysu idei postępu” czy też nawet jej upadku⁸ pozostawiam na inną być może okazję; tym razem chciałbym rozpatrzyć kwestię postępu z perspektywy nauk biologicznych i analogii ewolucji biologicznej oraz technologicznej.

Postęp ewolucyjny

U źródeł idei postępu w biologii leży wywodząca się z filozofii chrześcijańskiej „drabina jestestw organicznych” (*scala naturae*), szeregująca wszystkie istoty świata w hierarchię mającą u podstaw rośliny i robaki, potem tzw. „zwierzęta wyższe”, w środku człowieka, a u szczytu kolejne piętra chórów anielskich i wreszcie Boga. Ten sposób myślenia wśród laików nadal pokutuje, ale także biolodzy przyjmowali go niemal bezkrytycznie aż do połowy XX w. Początkiem nowego rozumienia tej kwestii był rok 1942, gdy angielski biolog Julian Huxley⁹ sformułował pojęcie *postępu ewolucyjnego*. Według niego każdy organizm przejawia postęp ewolucyjny, czyli dążenie do podniesienia swojej wydajności biologicznej, a wysoka wydajność biologiczna umożliwia przystosowanie się do otoczenia i tym samym prowadzi do maksymalnego opanowania środowiska, w którym organizm egzystuje. Brzmi to wciąż nieco „teleologicznie”, ale obecnie każdy biolog rozumie, że tak naprawdę to nie organizm czy gatunek, ale jedynie proces selekcji jest siłą sprawczą (*progress without a goal*) a ewolucyjnie postępową może być nie tylko gazela czy małpa, ale też bakteria – o ile maksymalnie wykorzystuje możliwości oferowane jej przez środowisko, by uzyskać potomstwo, czy, myśląc już po Hamiltonowsku-Dawkinsowsku – rozprzestrzenić swoje geny.



Rysunek 1: Metafora wędrowki przez przestrzeń czy krajobraz przystosowania (*fitness landscape*) – mutacje zmieniające cechę mogą zmniejszać lub zwiększać dostosowanie organizmu, ale tylko te zwiększające się utrwalane.

Interpretacja taka dobrze współgra z innym pomysłem teoretycznej biologii – metaforą przestrzeni czy też krajobrazu przystosowania (*fitness landscape*), wprowadzoną przez Sewalla Wright¹⁰ w 1932 r., a po latach rozpowszechnioną przez dziedzinę informatyki zwaną „algorytmami optymalizacyjnymi”. W jednowymiarowej wersji tej metafory (Rys. 1) możliwe wartości funkcji *fitness* (dostosowania organizmu do środowiska) obliczonej dla

⁸ Jak sądzą m.in. przedstawiciele myśli prawicowej (Z. Krasnodębski: *Upadek idei postępu*. Warszawa 2008).

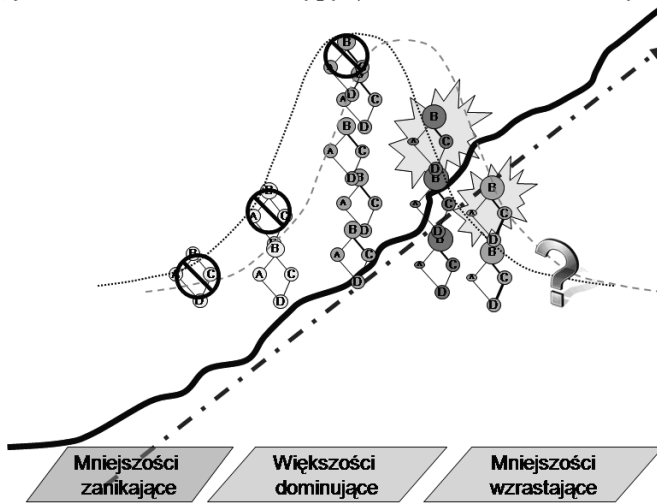
⁹ Julian Sorell Huxley (ur. 22 czerwca 1887 – zm. 14 lutego 1975) – angielski biolog, humanista. Brat pisarza Aldousa Huxley’a. Jeden z założycieli World Wildlife Fund. W 1946 roku został pierwszym sekretarzem generalnym UNESCO. (http://en.wikipedia.org/wiki/Julian_Huxley).

¹⁰ Sewall Green Wright (ur. 21 grudnia 1889 w Melrose (Massachusetts), zm. 3 marca 1988 w Madison (Wisconsin) – amerykański biolog teoretyczny i genetyk. Jeden z głównych twórców Syntetycznej Teorii Ewolucji.

jednej cechy stanowią krzywą, po której porusza się punkt reprezentujący populację. Po osiągnięciu szczytu, czyli *optimum* przystosowania, dalsze przemieszczanie przestaje być możliwe, bo żadna mutacja – zmiana cechy, nie może już poprawić *fitness* – możemy się tu już tylko spodziewać spadku różnorodności populacji.

Dlaczego? Na to pytanie możemy sobie łatwo odpowiedzieć, zastanawiając się, co naprawdę oznacza stwierdzenie: „porusza się punkt reprezentujący populację”.

Populacja biologiczna, w rozumieniu jakie wprowadzili twórcy syntetycznej teorii ewolucji, czyli „zespół organizmów danego gatunku, które żyją na wspólnym terenie tzn. zasiedlają tę samą niszę ekologiczną oraz krzyżują się ze sobą dając płodne potomstwo”¹¹ nie może być reprezentowana jako punkt, bo jest wewnętrznie zróżnicowana. U organizmów rozmnażających się wyłącznie płciowo w obrębie populacji nie ma dwu identycznych genetycznie osobników (z wyjątkiem bliźniąt jednojajowych), a tym bardziej dwu identycznych fenotypów, bo na skutek przypadków losowych i plastyczności genotypów nawet te same geny dają jednak odróżnialne fenotypy (dzięki temu odróżniamy Pawła od Piotra¹²).



Rysunek 2: Przemieszczanie się rozkładu fenotypów w kierunku optimum w krajobrazie przystosowania. Gruba linia – powiększony fragment krajobrazu; strzałka – kierunek „do optimum”; krzywa kropkowana – wcześniejszy rozkład fenotypów; krzywa przerywana – późniejszy rozkład fenotypów; sieci ABCD – różne fenotypy; Znak „?” – nowe mutacje; przekreślone koło – marker fenotypów usuwanych; „wybuch” – marker fenotypów premiowanych.

Jeśli dany gatunek ma też zdolność rozmnażania bezpłciowego to populacja ze zbioru różnych osobników przeobraża się w zbiór różnych klonów, ale wciąż w krajobrazie przystosowania Wrighta powinna być reprezentowana przez zbiór punktów.

To, jak taki zbiór jest rozmieszczony, zależy jednak od wielu czynników. Możemy łatwo wyobrazić sobie populację jako statystyczny rozkład różnych fenotypów, z których te najlepsze są najrzadsze i znajdują się najbliższe poszukiwanego *optimum*. W miarę upływu czasu fenotypy z drugiego „ogona” i środka rozkładu zanikają, a początkowo nieliczne formy najlepiej przystosowane zajmują ich miejsce. W efekcie cały rozkład przesuw

¹¹ Trudno ustalić, kto pierwszy taką, czy podobnie brzmiącą definicję wprowadził, zwłaszcza że wersji jest wiele. Np. *Mały Słownik Biologiczny* pod redakcją B. Halicza (Warszawa 1972), w ramach znacznie bardziej rozbudowanej definicji, podaje: „Populacja – biologiczna całość złożona z osobników jednego gatunku lub podgatunku, zasiedlająca jakiś obszar (...). W obrębie p. zachodzi teoretyczna możliwość łączenia się z sobą w celu rozrodu różnopłciowych osobników.(...)”.

¹² Oczywiście chodzi o braci bliźniaków z serialu telewizyjnego TVP 2 *M jak miłość*.

się w kierunku *optimum*, a nowe formy, powstałe na skutek korzystnych mutacji (niekorzystne nie mają znaczenia, bo są szybko eliminowane), przejmują rolę dotychczasowych „liderów postępu” (Rys. 2).

Niemal zawsze ewolucja początków postępuje szybko. Gdy dostosowanie nie jest zaawansowane, łatwo jest znaleźć jedno z wielu możliwych ulepszeń. Kiedy jednak proste rozwiązania zostaną już wyczerpane, znalezienie kolejnych staje się trudniejsze, szczególnie, że wybór jednej drogi zazwyczaj wyklucza alternatywne. Na losowe odnalezienie mutacji, która poprawi istniejące rozwiązanie, trzeba więc czekać coraz dłużej. Może tu pomóc wielkość populacji, pozwalająca poszukiwać możliwych rozwiązań „szerszym frontem”, ale jest to „broń obosieczna” – jeśli sensowność kolejnej zmiany zależy od poprzedniej, ta poprzednia musi się najpierw upowszechnić, co w wielkiej populacji trwa znacznie dłużej niż w małej. Patrząc jednak z innej strony, istotne zmiany mogą dawać swoim nosicielom tak wyraźną przewagę, że populacja ich bezpośrednich potomków zaczyna rozmnażać się w tempie wykładniczym i po krótkim, w stosunku do procesów ewolucyjnych, czasie, niemal monopolizuje dostępną niszę, spychając poprzedników na statystyczny, ale także fizyczny, margines. W ten zapewne sposób sprawnie posługujący się adaptacją kulturową *Homo sapiens* zmarginalizował inne gatunki hominidów, potem kultury rolnicze zmarginalizowały łowców-zbieraczy, by wreszcie same zacząć ulegać kulturom miejskim, przemysłowym¹³, a być może wkrótce „informacyjnym”.

W końcu, gdy szczyt – maksimum funkcji przystosowania – jest możliwy do osiągnięcia i osiągnięty zostanie, dobór zaczyna działać wyłącznie stabilizująco¹⁴. Grupa najlepiej przystosowanych staje się grupą dominującą, wszystkie zaś odstępstwa znikają w skutek selekcji. Z czasem musi to doprowadzić do zaniknięcia wszelkiej zmienności, co oznacza też ograniczoną bazę zmienności w sytuacji, gdy warunki będą wymagać jakiegoś innego wariantu.

Efekty te da się obserwować w biologii, zwłaszcza na poziomie mikro. Niemal idealnym modelem jest tu proces ewoluowania przez bakterie odporności na nowy antybiotyk, gdzie choćby wstępna odporność w połączeniu ze zbyt niską lub przeoczoną dawką leku pozwala na wzrost wykładniczy opornego klonu i w konsekwencji szybkie pojawianie się odporności skuteczniejszej, a w kolejnych przypadkach coraz skuteczniejszej, aż do całkowitej bezużyteczności danego antybiotyku. Znamiona przebycia analogicznej drogi noszą w sobie również liczne białka organizmów wyższych, w tym np. enzymy zaangażowane w tzw. łańcuch oddechowy. Bywa, że są one na poziomie sekwencji aminokwasów praktycznie bezwariantowe, bo po setkach milionów lat ewolucji kręgowców lądowych nic już w kwestii efektywności oddychania ulepszyć się nie da i każdy allel kodujący odmienną od dominującej formę białka jest dla nosiciela wyraźnie niekorzystny. Z analogicznymi problemami spotykają się informatycy, tworzący tzw. algorytmy genetyczne czy też ewolucyjne. Różnymi sposobami walczą oni z „przedwczesną zbieżnością”¹⁵ czy też „ujednocianiem populacji rozwiązań”. Omówione wyżej efekty da się też obserwować w różnych symulacjach ewolucyjnych oraz eksperymentach z dziedziny tzw. *Wet Artificial Life* – opartych np. na kwasach nukleinowych, które próbujemy selekcjonować, albo w kierunku skuteczniejszej replikacji, jak to robili Manfred Eigen¹⁶ i Peter Schuster, albo w kierunku wykonywania jakiejś funkcji enzymatycznej.

¹³ J. Diamond: *Strzelby, zarazki, maszyny. Losy ludzkich społeczeństw*. Przeł. M. Konarzewski. Warszawa 2000. (*Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*, 1997, ISBN 0-393-31755-2).

¹⁴ Jednym z pierwszych badaczy, który zwrócił na to uwagę był słynny etolog Konrad Lorenz; temat ten rozważałem bardziej szczegółowo w artykule *Ewolucyjna droga do złożoności*, „Teksty z Ulicy” nr 10, Katowice 2006 r.

¹⁵ Zob. J. Arabas: *Wykłady z algorytmów ewolucyjnych*. Warszawa 2001.

¹⁶ M. Eigen, P. Schuster: *The Hypercycle: A principle of natural self-organization*, 1979, Springer ISBN 0-387-09293-5.

Postęp w biologii a postęp cywilizacyjny

W ewolucji biologicznej mechanizmem dostarczającym zmienności są mutacje w DNA, a za ich rozprzestrzenianie odpowiada rozmnażanie lub rekombinacja genów, czyli w przypadku najlepiej nam znanych makroskopowych zwierząt i roślin po prostu rozmnażanie płciowe. Selekcja działa zaś na poziomie osobników, którym albo uda się skutecznie rozmnożyć, albo nie – gdy zestaw genów, jakim dysponują, nie jest akurat najlepiej dopasowany do aktualnych warunków życia.

Gdy rozważamy ewolucję kulturową, za źródło zmienności uważamy różne ludzkie pomysły. Mówimy o nowych memach lub – w zależności od dziedziny nauki – nowościach, nowych ideach, nowych pojęciach, nowych trendach, nowych paradygmatach, czy wreszcie, w kontekście rozwoju cywilizacji technologicznej, o innowacjach. Mechanizmy rozprzestrzeniania się memów są bardziej różnorodne, elastyczne, ale też bardziej podatne na błędy niż mechanizmy dziedziczenia genów. Związane są z ludzkim porozumiewaniem się, naśladownictwem, wpływem społecznym, a także słowem pisanym i „wsteczną inżynierią” (*reverse engineering*)¹⁷ tworzonych artefaktów. Wspólną właściwością wszystkich tych mechanizmów jest brak ścisłej korelacji pomiędzy „cyklem życiowym” rozprzestrzeniających się elementów kulturowych a cyklem życiowym ich jedynych¹⁸ żywicieli – ludzkich mózgów. Choć wiele składowych kultury przyswajamy w procesie socjalizacji i edukacji – czyli niemal tak, jak byśmy je dziedziczyli – możemy je jednak wymienić na inne w ciągu osobniczego życia, której to „opcji” mechanizmy ewolucji biologicznej „nie udostępniają”¹⁹. Jednostką selekcji są zatem nie osobniki, ale same memy lub ich wzajemnie zależne, współpracujące grupy, nazywane czasem mempleksami, a w humanistyce ideologiami, zapatrywaniami, światopoglądami, religiami, systemami prawnymi, czy wreszcie technologiami. To one osiągają sukces lub wymierają, ulegają memetycznej specjacji²⁰, czyli podziałowi na pokrewne, lecz memetycznie izolowane „populacje”, oraz wchodzi w antagonisticzne lub symbiotyczne relacje z mempleksami z innych „nisz” (dziedzin szeroko rozumianej kultury) w tych samych lub sąsiednich umysłach. W efekcie, tak jak biologiczne gatunki, ulegają adaptatywnej radiacji i specjalizacji, tworząc specyficzną ekologię umysłową oraz ekologię memetycznie dookreślonych artefaktów, którą zwykliśmy nazywać cywilizacją... A ich biologiczni nosiciele uzyskują dzięki temu wymierne korzyści, czy, niekiedy, ponoszą straty²¹. Dzięki owej niezależności od cyklu pokoleń ewolucja kulturowa tak dużego i wolno rozmnażającego się zwierzęcia, jakim jest człowiek, jest znacznie szybsza od biologicznej, choć już z trudem i raczej od niedawna nadąża za ewolucją biologiczną naszych szybko się mnożących ekologicznych antagonistów – mikroorganizmów czy nawet owadów i chwastów...

Różne rodzaje postępu

Przeglądając się znaczeniu terminu „postęp” łatwo możemy zobaczyć jego wieloznaczność (por. rys. 3).

Jeśli ów postęp dotyczy jakiegoś konkretnego systemu, zwłaszcza biologicznego lub technologicznego, to najczęściej decydują o nim drobne regulacje czy uzupełnienia.

¹⁷ Czy też „odwrotną”.

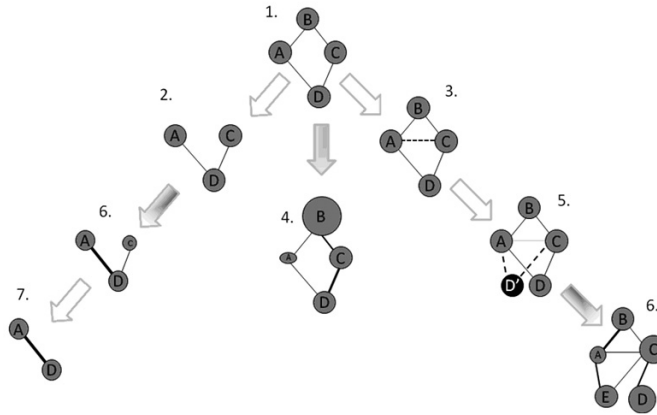
¹⁸ Jak dotąd. Choć zbliża się wielkimi krokami moment, gdy sztuczna inteligencja w komputerach i ich sieciach monopol ten przełamie.

¹⁹ Za wyjątkiem niektórych mikroorganizmów, w tym bakterii zdolnych do pobierania DNA od innych komórek oraz ze środowiska.

²⁰ Specjacja, czyli proces formowania się nowych gatunków biologicznych.

²¹ Co czasem jest trudne do oceny bez odpowiednio odległej historycznej perspektywy.

W biologii są to drobne zmiany fenotypu czy fizjologii w obrębie jednego gatunku (np. ciemnienie skrzydeł ciem *Biston betularia*), w technologii natomiast są to różne usprawnienia – „wnioski racjonalizatorskie”²², czy stosując bardziej współczesny przykład, „tuning” lub „podkręcenie” silnika, procesora etc., wykonany dla już istniejącego produktu.



Rysunek 3: Różne drogi postępu ewolucyjnego. W środku wyłącznie usprawnienia, po stronie prawej wzrost złożoności i usprawnienia, po stronie lewej redukcja złożoności i usprawnienia. Strzałki białe oznaczają zmiany stopnia złożoności, strzałki szare oznaczają proces usprawniania. 1 – system wyjściowy, 2 – system uproszczony, 3 – system wzbogacony w relacje między składowymi, 4 – system usprawniony bez zmiany podstawowej struktury, 5 – system wzbogacony o dodatkowy element powstały przez duplikację istniejącego, 6 – system o zmienionej złożoności po przejściu „tuning”, 7 – system jeszcze bardziej uproszczony.

Czasem jednak postępowaniem jest wzrost złożoności całego systemu. W biologii powstawanie nowych wyspecjalizowanych białek, tkanek czy organów, w technologii dodanie nowych elementów, np. wzbogacenie silnika samochodu czy jego układu hamulcowego o komputerowy sterownik. W nauce, poza tworzeniem zupełnie nowych teorii, jest to też uogólnianie – sformułowanie teorii naukowej, której poprzedniczka staje się tylko specjalnym przypadkiem ogólnej teorii względności. Natomiast w systemie prawnym wzrost złożoności odbywa się zwykle przez skonstruowanie przepisów specjalnie dostosowanych do szczególnej sytuacji lub grupy społecznej w miejsce dotychczas stosowanych w danym przypadku przepisów ogólnych.

Wreszcie bywa też tak, że postępowaniem jest uproszczenie – rezygnacja z części złożoności systemu, gdy staje się dostępne rozwiązanie prostsze, lub znika potrzeba utrzymania części komplikacji. Klasycznym przykładem w biologii jest „wsteczna” ewolucja różnych wielokomórkowych pasożytów, które w porównaniu z wolno żyjącymi przodkami są zwykle zbudowane znacznie prościej, np. pozbawione przewodu pokarmowego części narządów zmysłów a czasem nawet centralnego układu nerwowego. Innym znaczącym uproszczeniem jest rezygnacja przez ssaki ze znacznej części genów odpowiedzialnych za morfogenezę, gdy warunki życia ich płodów stały się dużo bardziej stabilne po przeniesieniu rozwoju embrionalnego do wnętrza organizmu matki.

W ewolucji kulturowej uproszczenia także się zdarzają – skomplikowane i kosztowne technologie są zastępowane prostszymi i tańszymi, trudne i długie słowa są skraccane, trudne do opanowania struktury gramatyczne w rodzaju czasu zaprzeczonego są zastę-

²² Wg terminologii zapożyczonyj z poprzedniej epoki.

powane przez prostsze, a złożone przepisy prawne i procedury biurokratyczne są upraszczane... Czy też, powiedzmy raczej, czasami bywają upraszczane, gdy ogół społeczeństwa zaczyna je odczuwać jako tak wielki ciężar, że gotów jest do stosowania przemocy.

Różnice między ewolucją biologiczną a kulturową są wyraźne. Jeśli jednak popatrzymy na oba procesy w wystarczająco abstrakcyjny sposób, to podobieństwa jednak przeważają, a co więcej oba zjawiska przypominają też proces osobniczego uczenia się, bo *de facto* są to trzy odmiany adaptacji systemów do środowiska poprzez gromadzenia informacji o nim. Ewolucja biologiczna jest sposobem najstarszym i najpowszechniejszym. Młodsze o kilka miliardów lat²³ indywidualne zapisywanie informacji w układzie nerwowym czyli warunkowanie, czy też uczenie się, jest znacznie efektywniejsze, lecz samo w sobie nie daje możliwości przekazywania zdobytych informacji następnym pokoleniom, więc ewolucyjnie stanowi ślepy zaułek. Dopiero powiązanie uczenia ze społecznymi mechanizmami komunikacji pozwoliło na alternatywną ewolucję – u większości zwierząt społecznych ledwie szczątkową, ale przez jeden gatunek na Ziemi wykorzystywaną jako główna adaptacja²⁴.

Technologie komunikacyjne jako przykład ewolucji

Memetycy, szukając poruszającego, więc odpowiednio spektakularnego przykładu, i naśladując Richarda Dawkinsa²⁵, najczęściej rozważają w tym kontekście różnorodne religie, ich odłamy i sekty²⁶. Czasem przytacza się też przykład ewolucji języków, ale brak wyraźnych różnic w dostosowaniu, a także, podobnie jak w przypadku religii, złożoność zagadnienia i interakcje z innymi zjawiskami kulturowymi, czyni te przykłady mało klarownymi. Dlatego skupimy się tutaj na procesie będącym idealnym przykładem dróg i bezdroży ludzkiej inwencji w służbie praktycznej potrzeby, a mianowicie na ewolucji wynalazków służących komunikacji ludzi na odległość i na pokrewnych im technikach obliczeniowych.

Każdy wynalazek odpowiada na pewne zapotrzebowanie cywilizacyjne, ale nie powstaje z niczego – bazuje na poprzednich wynalazkach i istniejących ogólnych możliwościach cywilizacji²⁷. Ogromną rolę odgrywa też rekombinacja pomysłów z różnych, czasem odległych, dziedzin oraz istnienie wizji celu. Takie wizje mogą nawet o wieki poprzedzać rzeczywisty wynalazek. Nierzadko potrafimy sobie wyobrazić, jak dana technologia mogłaby wyglądać docelowo, co jednak nie znaczy, że potrafimy to zrealizować. Tak jak Leonardo wyobrażał sobie samolot czy helikopter, tak my możemy wyobrazić sobie podróże do gwiazd, a nawet nie dającą się już ulepszyć formę komunikacji – natychmiastowy przekaz na dowolną odległość realistycznego obrazu wraz z wrażeniami wszystkich innych zmysłów czy nawet techniczną lub magiczną²⁸ teleportację ciała. Jednak w danych warunkach środowiska zewnętrznego i kulturowego (znajomość praw natury, ale także kwestie opłacalności) proces realizacji takiego zapotrzebowania może ulec stagnacji – po osiągnięciu pewnego poziomu dłużej nie daje się danej techniki ulepszyć.

²³ Stało się możliwe dopiero pod koniec prekambriu, gdy pojawiły się pierwsze wielokomórkowe organizmy z układem nerwowym.

²⁴ A właściwie meta-adaptację, gdyż jest to adaptacja do adaptowania się.

²⁵ R. Dawkins: *Bóg urojony*. Przeł. P. J. Szwajcer. Warszawa 2011.

²⁶ A. Lord and I. Price (2001): *Reconstruction of organisational phylogeny from memetic similarity analysis: Proof of feasibility*. Journal of Memetics – Evolutionary Models of Information Transmission, 5. (http://cfpm.org/jom-emit/2001/vol5/lord_a&price_i.html)

²⁷ Więc zależy też od „zamożności” społeczeństwa – ilości czasu i środków jakie może ono przeznaczyć na nie wpływające bezpośrednio na przetrwanie swobodne poszukiwania. Gdyby Leonardo da Vinci urodził się na Nowej Gwinei, albo w XVI-wiecznej Rosji, niewiele by pewnie dokonał.

²⁸ Co wg. Artura C. Clarke’a może być trudne do odróżnienia (tzw. „trzecie prawo Clarke’a”)

W ludzkiej komunikacji od zawsze istotne są dwa parametry – szybkość i wierność przekazu. Gdy chodziło o wierność, „ludy prymitywne” polegały głównie na posłańcach, lecz gdy krytyczny stawał się czas, zdawały się też na środki szybsze lecz mniej dokładne – ognie na wzgórzach, znaki dymne, bębny czy trąby... Proste rozwinięcia pozwalały udoskonalać komunikację przez tysiąclecia, ale nie były to zmiany spektakularne. Udomowienie zwierząt pozwoliło posłańcowi nie używać własnych nóg, co zwiększyło jego zasięg i szybkość. Wynalezienie pisma pozwoliło zwolnić posłańca od konieczności pamiętania przekazu, a nawet niekiedy zastąpić go zwierzęciem (gołębiem!). Umożliwiło też przekaz sztafetowy, czyli pocztę – wiadomość mogła pokonać drogę szybciej niż pojedynczy „umysłny”, który musiał jednak czasem odpoczywać. Szybki przekaz uproszczonych treści też był udoskonalany – ognisko zastąpiła latarnia morska, a używane kody pod wpływem pisma były coraz bardziej udoskonalane – i do dziś w postaci chorągiewek sygnałowych i lamp (tzw. aldis) przydają się na morzu, gdy nowocześniejsze sposoby z jakichś przyczyn nie mogą być stosowane. Szczytowym osiągnięciem tej linii ewolucyjnej okazały się użytkowane w pierwszej połowie XIX w. telegrafy semaforowe, które – „hakujać” – hrabia Monte Christo uczynił narzędziem swojej zemsty²⁹. Trzeba było jednak tysiącleci rozwoju cywilizacji, by odkrycie w badaniach podstawowych, a potem użycie w praktyce prądu elektrycznego (telegraf) i wreszcie fal radiowych („telegraf bez drutu”) wprowadziło technologię komunikacyjną na zupełnie nowe obszary. Czas przekazywania wiadomości nagle niemal przestał mieć znaczenie³⁰, a koszt spadł w końcu tak znacznie, że obecnie każdy niemal człowiek na Ziemi, łącznie z afrykańskimi buszmenami, może skontaktować się z każdym innym, jeśli tylko naprawdę tego potrzebuje. Nie musi być nawet „piśmienny”, a dzięki możliwości przekazu obrazu może być nawet głuchoniemy! Sukcesywnie wzrasta pasmo przenoszenia, pojawiają się próby przekazywania wrażeń dotykowych (tzw. urządzenia haptyczne) oraz zapachów. Być może jeszcze za naszego życia komunikacja będzie nam w stanie zastąpić większość podróży.

Nie byłoby to jednak możliwe, gdyby nie równoległy rozwój innego ciągu cywilizacyjnych innowacji; tej jego części najbardziej bezpośrednio związanej z przetwarzaniem informacji w mózgu, czyli z myśleniem jako takim.

W wynalezieniu pisma nie chodziło o jakąś nową technologię, lecz raczej o zupełnie inne użycie już istniejących. Jeszcze lepiej widać to w rozwoju matematyki. Odkąd istnieje ona jako odrębna dziedzina wiedzy, do jej uprawiania wystarczyło tylko „coś do zapisywania”. Podobnie, jak w każdej innej wynalazczości, i tu jednak kolejne pomysły musiały się nawarstwiać przez wieki. Upraszczając – nie byłoby rachunku różniczkowego i fizyki statystycznej bez twierdzenia Talesa i Pitagorasa. Wynalazki umysłowe są bardzo tanie dla naśladowców, barierą ich rozprzestrzenienia nie są koszty fizyczne, lecz raczej możliwości umysłowe odbiorców innowacji. W miarę jak rozumienie matematyki staje się coraz bardziej użyteczne (i dochodowe) dla posługujących się nią jednostek, odsetek populacji zdolny matematykę rozumieć rośnie. Zapewne ma to wiele wspólnego z rozprzestrzenianiem się predyspozycji genetycznych, zatem w tym wypadku to geny trzymają na smyczy te najbardziej zaawansowane memy. Dużo mówi porównanie rozkładu zdolności językowych i matematycznych w populacji. W obu wypadkach mamy zapewne do czynienia z podsystemami umysłu kodowanymi przez wiele genów, więc należałoby się spodziewać rozkładu normalnego. W przypadku języka większość populacji znajduje się w obszarze „wygodnego optimum”, ale także gros reprezentantów lewej (słabszej) strony

²⁹ A w uniwersum „świata dysku” Terrego Pratchetta są analogiem internetu.

³⁰ Przynajmniej dopóki trzymamy się kurczowo jednej planety i możemy użyć naprawdę wydajnego łącza prędkości przekazu zbliżona do prędkości światła jest spełnieniem naszych marzeń.

rozkładu nadal jest w stanie swobodnie się porozumiewać. Tymczasem wyższe umiejętności myślenia matematycznego są udziałem tylko nielicznych, a zwykle rachunki w pamięci sprawiają pewien wysiłek większości z nas. Zapewne spora w tym (wątpliwa) zasługa wynalazków, którymi teraz się zajmujemy...

Maszyny liczące

Na problem niezdolności człowieka do szybkiego i bezbłędnego wykonywania złożonych obliczeń zapewne pierwsi natknęli się starożytni astronomowie. Podczas gdy większość ich ziomeków wystarczała umiejętność dodawania na palcach, a niekiedy mnożenia³¹, astronomowie borykali się z religijnie i politycznie istotnymi problemami przewidywania zaćmień słońca i księżyca, koniunkcji planet i innych zjawisk „astrologicznych”, do czego konieczne były bardziej skomplikowane umiejętności.

W końcu jednak kupcom i królom zaczęło się bardziej śpieszyć i przestali się gościć z tym, że statek musi płynąć wzdłuż brzegów, żeby nie zagubić się w morskich przestworach. Wtedy wiedza i matematyka astronomiczna okazała się przydatna w nawigacji, jednakże zapotrzebowanie na nawigatorów jest znacznie większe niż na astronomów, więc siłą rzeczy mogą nimi zostać ludzie mniej uzdolnieni... Grecy potrafili wykonywać koła zębate i montować z nich różne mechanizmy. Wystarczył drobny przebłysk geniuszu, by zaprząć odpowiedni zbiór kół zębatych do modelowania tego, co dzieje się na niebie. Taka jest zapewne geneza najstarszego na świecie znanego urządzenia obliczeniowego – tzw. mechanizmu z Antykithiry³². Niestety, pod rządami Rzymian wiedza, jak budować takie przyrządy, w większości zanikła i jak wiele innych greckich pomysłów była przechowana i stosowana tylko przez Arabów. W Europie dopiero renesansowym zegarmistrzom udało się ją odkryć od nowa, lecz kolejne przenośne planetarium zbudowano dopiero dwa tysiąclecia po mechanizmie z Antykithiry – w 1704 r. zrobił to George Graham, słynny również z tego, że wspomagał finansowo Johna Harrisona, twórcę pierwszego chronometru okrętowego.

Nieco wcześniej, bo w 1645 r. Blaise Pascal wymyślił, jak złożyć kółka zębate w pierwszy mechaniczny sumator (nazwany „Pascaliną”). W udoskonalonej wersji tzw. arytmetru, a potem wzbogacone o elektryczny napęd, urządzenia takie były stosowane jeszcze pod koniec XX w. – wielu z nas wciąż pamięta wielkie, hałaśliwe kasy w osiedlowych sklepach „Społem”.

Arytmometry wykonywały jednak tylko proste działania. Wykonanie złożonych obliczeń – od podsumowania przychodów sklepu na koniec dnia, aż po potrzebne głównie nawigatorom, artylerzystom i statystykom tablice matematyczne (logarytmów, funkcji trygonometrycznych itp.) – wymaga mozolnego i podatnego na błędy powtarzania działań. Potrzebny jest element, który zastąpi ludzkiego operatora...

Tym razem rozwiązanie podpowiedziały luksusowe zabawki – pozytywki i mechaniczne lalki władców. To w nich po raz pierwszy pojawił się pomysł programu sterującego³³. W nieco bardziej uniwersalnej wersji – kart perforowanych – zastosował go Joseph Jacquard³⁴ w swoich automatycznych krosnach umożliwiających tkanie niemal dowolnych wzorów.

³¹ Np. dodawania owiec wchodzących wieczorem do zagrody, lub mnożenia liczby sprzedanych amfor wina przez ich cenę.

³² Datowanego na 150-100 p.n.e. i przypisywanego rodyjskiemu astronomowi Hipparchowi. Więcej informacji oczywiście na Wikipedii.

³³ W postaci wałka, którego homologiem jest też wałek rozrządu silnika spalinowego i elektromechaniczny „programator” stosowany w starszych konstrukcjach pralek automatycznych.

³⁴ Wzorując się zresztą na wcześniejszych pomysłach Jacques’a de Vaucanson – XVIII wiecznego wynalazcy, twórcy „mechanicznej kaczkii” i „mechanicznego flecisty”, ale także reorganizatora francuskiego przemysłu jedwabniczego.

Połączenia mechanizmu liczącego z mechanizmem zapamiętującym oraz programem dokonał po raz pierwszy w XIX w., nieprzypadkowo działający w Londynie, Charles Babbage. Co prawda jego „maszyna różnicowa” i jeszcze doskonale zaprojektowana „maszyna analityczna” nigdy nie zostały ukończone ze względu na drastyczne przekroczenia planowanego budżetu, którego nawet królewska marynarka wojenna tolerować nie mogła, ale osiągnęły już taki stopień zaawansowania, że córka lorda Byrona, Ada Lovelace mogła napisać dla owej maszyny analitycznej pierwszy na świecie program obliczeniowy (na obliczanie liczb Bernoulliego), dzięki czemu w przyszłości będzie zapewne bardziej sławna niż ojciec!

Idea „maszyny matematycznej”, „mózgu elektronowego”, czy też „komputera” nie umarła wraz z Adą i Babbagem, choć na jej realizację ludzkość musiała jeszcze trochę poczekać. Informatyczny proterozoik³⁵ skończył się wraz z wybuchem II wojny światowej. Co najmniej trzy z walczących mocarstw – Anglia, Niemcy, a potem Ameryka – znalazły sówite fundusze na realizację maszyn obliczeniowych, choć ze względu na częściową (Anglia, USA) lub całkowitą izolację (Niemcy) zastosowane rozwiązania były dosyć odmienne.

Od czasu odtajnienia (w 1976 r.) za pierwszy nowożytny komputer uznaje się powstałą w 1941 brytyjską maszynę Colossus – super tajny projekt oparty na pracach Alana Turinga, służący do łamania niemieckich szyfrów. Równocześnie (1941 r.) powstał Z3 Austriaka Konrada Zuse, w którym nie użyto lamp elektronowych; miał zbudowany z 600 przekaźników procesor, a 1800 przekaźników stanowiło pamięć. Poza tym jednak pomysły Zuse’a były znacznie bliższe naszemu wyobrażeniu o komputerach. Programem była taśma perforowana, zamknięta w pętlę(!), na wyposażeniu była klawiatura i wyświetlacz, a ponieważ komputer miał być wykorzystywany przez Niemców do obliczeń niezbędnych przy projektowaniu skrzydeł, twórca wyposażył go w arytmetykę zmienno-przecinkową, analogiczną do tej stosowanej dzisiaj!

Amerykanie zaczęli później, lecz z większym rozmachem. Ich ENIAC, zbudowany z użyciem ponad 18 tys. lamp elektronowych, zaczął działać dopiero w 1947 roku, ale użytkowano go aż do 1955. Obliczał tablice artyleryjskie, a także „pomagał” w projektowaniu bomb wodorowych. W tym czasie firma International Business Machines oceniała światowe zapotrzebowanie na komputery na „góra kilka rocznie”. I nic w tym dziwnego – były niestandardowe, więc potwornie drogie, do tego zawodne, zajmowały całe budynki i zużywały tyle prądu co małe miasto...

Główna linia rozwojowa – tzw. „mainframe”, komputerowe odpowiedniki dinozaurów – w końcu jednak odniosła sukces i dominowała przez wiele lat. Najpopularniejszym był powstały w 1964 r. IBM360, którego wersje rozwojowe, klony³⁶ oraz konkurenci produkcji innych firm (np. ICL³⁷) użytkowano na całym świecie i to jeszcze całkiem niedawno. W powszechnym użyciu były do lat 80-tych, a gdzieś tam nawet dłużej. Na przykład organizowany na początku 1990 r. polski węzeł EARN (ang. European Academic and Research Network³⁸) dysponował dwoma klonami komputerów IBM S/370 produkcji BASF, a ostatnie żywe skamieniałości tej technologii –

³⁵ W sensie geochronologicznym drugi eon w dziejach Ziemi, młodszy od archaiku a starszy od fanerozoiku, w którym obecnie żyjemy. Fanerozoik zaczął się 542 mln. lat temu z początkiem ery paleozoicznej tzw. „eksplozją kambryjską”, gdy nagle w zapisie kopalnym pojawiły się liczne i różnorodne makroskopowe zwierzęta.

³⁶ Produkowane w RWPG komputery serii RIAD R1 były zgodne programowo z IBM 360, a RIAD R2 z IBM System/370.

³⁷ International Computers Limited – powstała w 1968 r. korporacja brytyjska, w 2002 przejęta przez Fujitsu.

³⁸ Tzw. PLEARN, na którym założyłem pierwsze w moim życiu konto sieciowe, zapewne około 1992 roku.

bazujące na licencji ICL komputery ODRA - pracowały na potrzeby PKP jeszcze w XXI wieku³⁹!

Jednak od końca lat 50-tych rosła im konkurencja. Dla biedniejszych i mniej wymagających użytkowników, lub do specjalistycznych zastosowań, tworzono oparte o tranzystory i układy scalone „minikomputery”⁴⁰. Były tańsze, mniejsze, gorzej wyposażone, ale i bardziej elastyczne. I to one dominowały na uczelniach, gdzie kształtowały się pomysły na przyszłość. Standard wyznaczała firma DEC – producent PDP-11⁴¹ a potem serii VAX⁴². To właśnie dla minikomputerów powstały, wciąż powszechnie używane, języki programowania C i C++, a także system UNIX⁴³, którego bezpośrednimi potomkami są dziś Linux i MacOS. Na alternatywnym VMS firmy DEC programiści Microsoftu oparli pierwsze 32-bitowe Windows (NT) i zapewne fragmenty tego kodu (chciałoby się napisać „genetycznego”) mam także w moich Windows 7... Dobrze napisane procedury rozpowszechniają się i trwają niemal równie skutecznie jak bakterie.

To, że już dziś komputer o mocy obliczeniowej większej niż najpotężniejsze dawne mainframe’y możemy zapakować do plecaka, a może nawet do kieszeni, zawdzięczamy układom scalonym, wielkiej skali integracji oraz kilku zbiegom okoliczności...

Gdy w latach siedemdziesiątych podręczne kalkulatory elektroniczne wypierały mechaniczne kasy, arytmometry i suwaki logarytmiczne, kilku młodych zapaleńców z zachodu USA proponowało innym zapaleńcom komputery do samodzielnego złożenia – jednym był ALTAIR 8800 (1974), dla którego interpreter języka programowania BASIC napisała garażowa firma o nazwie... Microsoft. Drugim był Apple I (1976), a rozwinięciem pomysłu małego komputera domowego były sprzedawane już „w jednym kawałku” TRS-80 (1977) czy miniaturowy, brytyjski Sinclair ZX81 (1981 r). W 1982 r. pojawił się wspomniany na wstępie Sinclair ZX Spectrum, który dzięki niezwykle korzystnemu stosunkowi ceny do możliwości okazał się atrakcyjny nie tylko dla dzieci zachodniej Europy, ale także dla naukowców z upadających „krajów demokracji ludowej”. Był też chyba pierwszym komputerem domowym, który dorobił się licznych klonów produkcji innych firm (łącznie z „Meritum” produkcji Zabrzeńskiego zakładu Mera-Elzab).

Całe lata osiemdziesiąte to okres ostrej konkurencji różnych form komputerów. Istnieją wciąż mainframe’y i mikrokomputery, a na rynku domowym dominują kolejne modele z rodziny ośmiobitowców: Commodore 64, Atari, Amstrad, a potem już szesnasto bitowa Amiga i niemal 32-bitowe Atari ST. Większość członków mojego pokolenia zaczynała swój „romans z informatyką” od programowania tych, niemal zapomnianych już dziś, „zabawek”.

Ktoś w IBM dostrzegł jednak potencjał domowego rynku i doprowadził do skonstruowania pierwszego komputera PC, którego premiera odbyła się już 1981 r. Ktoś inny

³⁹ Do lata 2006 roku PKP w Ostródzie używała maszyny cyfrowej Odra 1305, później dwie jednostki tego typu pracowały jeszcze na stacjach rozrządowych Wrocław Brochów[1] i Lublin Tatary. Ostatnią Odrę wyłączono 1 maja 2010 roku w Lublinie (A. Urbank: *Wyłączono ostatni komputer Odra w Polsce!* www.computerworld.pl, 3 maja 2010.).

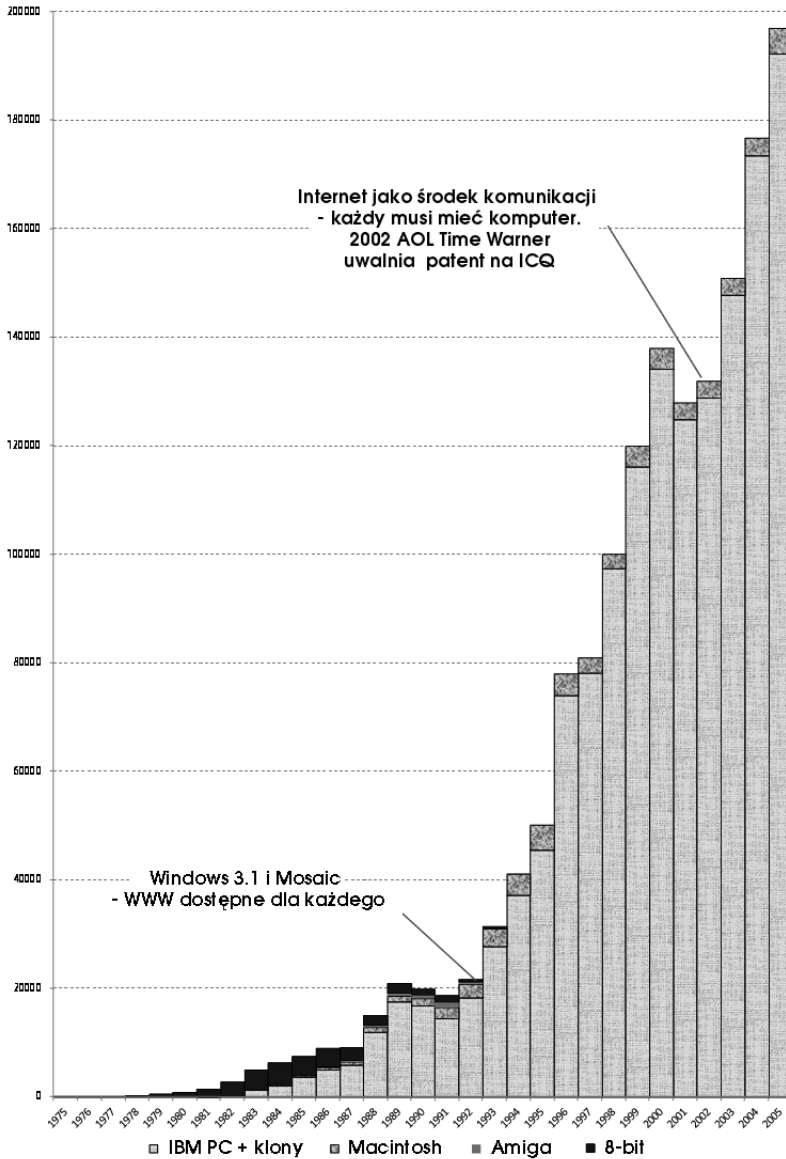
⁴⁰ Za pierwszy uważa się PDP-1 firmy Digital z 1959 roku. Był to 18-bitowy komputer tranzystorowy z 4 kilosłowami pamięci ferrytowej (<http://pl.wikipedia.org/wiki/PDP-1>).

⁴¹ Chyba najbardziej udanej konstrukcji z tej „rodziny”. Produkowano go od 1970 r. przez ponad 20 lat!

⁴² Pierwszą wprowadzoną na rynek maszyną z serii VAX był VAX-11/780 z 1977 r.

⁴³ Rozwijany od 1969 r. w Bell Labs (UNIX System Laboratories, USL) przez Dennisa Ritchie i Kena Thompsona. W latach 70. i 80. zdobył bardzo dużą popularność i w związku z różnorodnością sprzętu i form licencjonowania uległ daleko idącej radiacji.

spóźnił się na prezentację i w efekcie zlecenie na napisanie systemu operacyjnego dla nowego sprzętu otrzymał, wciąż niewielki, Microsoft. Wreszcie ktoś nie uznał za stosowne wystarczająco skutecznie zastrzec projektu, i w ten sposób świat zaroił się wkrótce od klonów komputera PC⁴⁴, pracujących pod kontrolą wziętego niemal żywcem z domowych



Rysunek 4: Sprzedaż głównych rodzajów komputerów domowych w tysiącach sztuk. Dane wg J. Reimer: *Total Share: Personal Computer Market Share 1975-2005*. <http://jeremyreimer.com/postman/node/329>.

komputerków ośmiobitowych systemu DOS. I choć konkurenci byli często bardziej eleganccy, doskonalsi i wyposażeni w sprawniejsze systemy operacyjne (AmigaOS był pierwszym systemem wielozadaniowym na komputery domowe, a rewolucyjne w swoim czasie

⁴⁴ W 1985 r. zajmowały już około połowy rynku.

NeXT, czy INDY firmy Silicon Graphics używały systemów z rodziny UNIXa), nic już nie powstrzymało rozwoju mnożących się szybciej niż króliki PC-ów (Rys. 4). Zdecydowała o tym nie ich jakość, ale samonapędzająca się powszechna dostępność różnorodnego oprogramowania, często użytkowanego całkowicie nielegalnie.

Wkrótce niemal wszyscy konkurenci zostali zepchnięci do specjalistycznych nisz lub wymarli (skądś to znamy), a wreszcie wynalezienie WWW, a potem sieciowych komunikatorów globalnie rozpowszechniło Internet, a z nim popularne „pecety” trafiły do niemal każdego członka cywilizacji zachodniej, nawet takiego, któremu wydaje się, że komputery służą wyłącznie do wideo-rozmów z rodziną za granicą – czyli do KOMUNIKACJI.

W ten sposób doszło do raczej rzadko spotykanej w naturze symbiozy odległych linii ewolucyjnych, co może wróżyć dramatyczne zmiany. Poprzednio, gdy się tak zdarzyło, powstały oddychające tlenem komórki eukariotyczne oraz eukariotyczne rośliny, które całkowicie zmieniły wygląd biosfery. Do czego doprowadzi obecna fuzja, pozostaje nam obserwować, gdyż to właśnie na naszych oczach ewolucja kulturowa wydaje się dramatycznie przyspieszać⁴⁵.

MNIEJSZOŚCI I WIĘKSZOŚĆ – INNOWACJE I POSTĘP – Streszczenie

Mechanizmy leżące u podstaw biologicznego postępu ewolucyjnego, tak jak zdefiniował go Julian Huxley, oraz postępu cywilizacyjnego są na poziomie abstrakcyjnym niezwykle podobne. W obu przypadkach mamy do czynienia z typową większością, powoli spychaną do roli marginalnej mniejszości przez nowopowstające grupy nosicieli cech „postępowych” – czyli odznaczających się większą skutecznością. W skali makroewolucyjnej proces ten nie zmierza prosto do celu. Ograniczeniem dla postępu ewolucyjnego, tak w biologii jak i w kulturze jest dostępność innowacyjnego materiału, oraz właściwości środowiska, w tym szeroko („ekologicznie”) rozumiana ekonomika. To dlatego produkty faz wcześniejszych mogą, zmienione, długo przetrwać w specyficznych niszach, a na kolejne usprawnienia trzeba czasem czekać bardzo długo. Stąd, mimo „panowania człowieka”, świat nadal pełen jest różnych form bakterii, a ludzie komunikują się nie tylko za pomocą telefonów komórkowych i komputerów osobistych, ale wciąż także za pomocą chorągiewek sygnałowych, świec dymnych czy błysków światła.

MINORITIES AND MAJORITY – INNOVATIONS AND PROGRESS – Summary

The mechanisms underlying the biological evolutionary progress, as Julian Huxley defined it, and the progress of civilization are very similar at an abstract level. In both cases we are dealing with a typical majority, slowly relegated to a role of marginal minority by the emerging groups of carriers of “progressive” traits, characterized by higher efficiency. In the macro-evolutionary scale, this process is not going straight to the goal. Constraints for evolutionary progress, both in biology and culture, are the availability of innovative material and environmental properties, including the broadly (“ecologically”) understood economics. Therefore, the products of earlier phases may, adapted, survive very long in specific niches, and for a further improvement we may wait plenty of time. Hence, despite the “rule of man”, the world is still full of many bacterial forms, and people communicate not only with cell phones and PC’s, but still using also signal flags, smoke candles, and flashes of light.

⁴⁵ Choć w rzeczywistości jest to pewnie wciąż to samo tempo wykładniczego wzrostu.