

Andrzej Gecow¹

Centrum Badań Ekologicznych PAN

INFORMACJA DZIEDZICZNA I JEJ KANAŁY

(II ODCINEK SZKICU DEDUKCYJNEJ TEORII ŻYCIA)

STRESZCZENIE

W tym odcinku *Szkicu* proponowany jest opis dziedziczenia, czyli przeniesienia zebranej informacji celowej do obiektu potomnego. W opisie tym użyte są pojęcia zdefiniowane w pierwszym odcinku. Opis informacji celowej i jej propagacji został tu rozszerzony o wprowadzenie cyklu zmian obiektu i środowiska oraz niejednorodności przestrzennej i funkcjonalnej środowiska. Ściśle związany z dziedziczeniem jest temat kanałów informacji dziedzicznej, który dla kompletności wymagał sięgnięcia po model osłaniania jako tendencji strukturalnej. Model ten wskazuje jeden z podstawowych mechanizmów tworzenia następnych kanałów informacji dziedzicznej. Będzie on w pełni określony dopiero pod koniec *Szkicu*, a należy do jego gałęzi opisującej zmienność losową. Natomiast dziedziczenie dotyczy zmienności kontrolowanej informacją celową. Wzajemne stosunki obu modeli i ich miejsce w *Szkicu* zostały więc przeanalizowane dając niezbędną minimalną podstawę do opisu osłaniania i porządkując najważniejsze rozgałęzienie wywodów *Szkicu*. Proponowany model dziedziczenia silnie nawiązuje do prac Evy Jablonki, dając im bardziej klarowne formalne teoretyczne podstawy.

Słowa kluczowe: dziedziczenie, informacja celowa, kanały informacji dziedzicznej.

1. WSTĘP

1.1. Drogowskazy

Zawarty w tym artykule materiał jest integralnie powiązany z pierwszym odcinkiem *Szkicu*.² O ile I odcinek miał względnie liniowy, sekwencyjny charakter, to jego uzupełnienia już w najprostszym ujęciu stanowią sieć uzgod-

¹ Adresy Autora: gecowt@gmail.com; gecow@op.pl; IFIS PAN, ul. Nowy Świat 72, 00-330 Warszawa.

² Opublikowanym w: „Filozofia i Nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne”, tom 1, 2013.

nionych tematów. Ułożenie ich w jakiegokolwiek tematycznej kolejności musi pociągać za sobą konieczność odwoływania się do aspektów omawianych później. Ten odcinek *Szkicu* podejmuje następujące kwestie:

1. Podział zmienności na część losową i część kontrolowaną informacją celową. Został on zasygnalizowany w rozdziale 3.4.4 I odcinka (dalej przywoływany jako: I.3.4.4). Każdą z tych części zmienności opisują w kategoriach sieci i grafów inne, specyficzne modele wynikające z określonych uproszczeń, które omawiam w rozdziale 2. Jednak wnioski z tych modeli nawzajem interferują. Tak umocowany model zmienności losowej (bez struktury) omawiany będzie w III odcinku *Szkicu*. Niniejszy, II odcinek jest głównie rozwinięciem opisu kontrolowania zmienności, czyli informacji celowej objawiającej się podczas rozmnażania jako informacja dziedziczna (3). W rozdziale 4 korzysta się jednak do opisu kanałów informacji dziedzicznej z modelu osłaniania i jego symulacji, które w zasadzie zyskują podstawy dopiero na końcu *Szkicu* w konarze rozwijającym opis zmienności losowej obiektu ze strukturą (rozdział 2.3).

2. Informacja dziedziczna. Jest to pierwsze zagadnienie omawiane w *Szkicu* wyraźnie sięgające do zakresu zainteresowania biologii. Pojęcie informacji dziedzicznej w biologii jest mętne, różnie definiowane. Nabiera ono klarowności w ramach dobrze zdefiniowanej teorii, jaką jest genetyka populacyjna, która bywa traktowana jako teoria ogólna, a jest jawnym przybliżeniem. Prowadzi to do kuriozalnego odwrócenia definicji: nagminnie można jeszcze spotkać się z twierdzeniem, że cechy dziedziczne to te, które zapisane są w genach. Takie beztróskie podejście do definiowania do niedawna skutecznie uciniało wszelkie dyskusje nad innymi niż genetyczne kanałami informacji dziedzicznej. Szerzej omawiam to w (Gecow, 2010a), gdzie wskazuję, że przełamanie tej bariery zawdzięczać należy przede wszystkim Evie Jablonce, która opisuje wyższe kanały informacji dziedzicznej (Jablonka, Lamb, 2005; Jablonka, Raz, 2009). Definicja dziedziczenia Jablonki, którą uważam za jedną z najważniejszych w znanej mi literaturze, to „procesy rozwojowej rekonstrukcji wiążące przodków i potomków prowadzące do podobieństwa między nimi”. Przedstawiony w rozdziale 3 model i opis dziedziczenia wydaje się znacznie ściślejszy.

3. Osłanianie prowadzące do wyższych kanałów informacji dziedzicznej (rozdział 4). Nawiązuję tu również do prac Jablonki. Model osłaniania, z jednej strony, stanowi rozwinięcie opisu środowiska zapoczątkowane w rozdziale 3, z drugiej, należy do jednego z dalekich konarów *Szkicu* rozważającego tendencje strukturalne, do którego droga prowadzi poprzez III odcinek pączkujący w 2.3.

4. Kilka różnych problemów związanych z interpretacją biologiczną rozważanych tematów, w tym z ograniczeniem rozważań do „nitki ewolucyjnej” z rozmnażaniem wegetatywnym. Przy tej okazji skrótowo przedstawiony jest ważny temat bardziej wydajnych testów – metod uzyskiwania informacji

celowej, a dalej, wynikający z niego problem dziedziczenia tak uzyskanej informacji celowej.

Przedstawiany tu spójny zestaw pojęć, zdefiniowanych znacznie ściślej niż w biologii, pozwala odpowiedzieć na wiele pytań zadawanych przez Jablonkę i uściślić niektóre wyjaśnienia. Niniejszy odcinek jako główny swój temat rozważa problem informacji dziedzicznej, ale jest to także istotny punkt rozstajów dróg *Szkicu*, z drogowskazami pozwalającymi później połączyć tę płataninę w całość.

1.2. Wyjaśnienia wynikłe z dyskusji I odcinka

Po ukazaniu się w druku I odcinka *Szkicu* uczestniczyłem w wielu dyskusjach na jego temat. Okazało się, że zawierał on kilka niejasności przekazu, które spieszę tu skorygować. Przede wszystkim wiele problemów wynikało z niedokładnego przyłożenia zbyt zwięźle opisanego modelu do przytaczanych podczas tych dyskusji kontrprzykładów.

Główną trudnością było stosowanie zdefiniowanego pojęcia „cel” z innej niż zazwyczaj perspektywy. W *Szkicu* „cel” jest nazwą elementu mechanizmu konstrukcji. Poza tym mechanizmem cel nie istnieje. Definicja dokładnie oddaje potoczne pojęcie celu, a *Szkic* jego pochodzenie. Rozważany proces jest wynikiem tego mechanizmu. Wewnątrz tego procesu celowość jest więc zdefiniowana (obiekty podlegające procesowi mają cel), ale nie z zewnątrz procesu; nie można więc mówić o celowości całego procesu. Jesteśmy obiektami wewnątrz procesu, naszym celem jest istnieć nadal. Do realizacji tego celu wykształciły się rozum i świadomość, które rozbijają go na podcele w złożonych konfiguracjach, nie zawsze poprawnie. Dopiero tu pojawia się intencja działania. Podcelem może być uniknięcie jakiegoś skutku, na przykład pożaru, ale żeby go osiągnąć, musimy znać przyczyny, jakie powodują pożar. Ta informacja celowa przy powstaniu wymaga eksperymentu, w którym ogień jest celem.

Aby zrozumieć proces życia, w tym nas samych, musimy spojrzeć na niego z zewnętrznej, a więc nietypowej perspektywy. Zwykle sugerowano, by zamiast drażliwego pojęcia „cel” używać znanego i nie niepokojącego terminu „teleonomia”. Jednak i to zastępcze pojęcie nie jest dobrze zdefiniowane i bywa różnie rozumiane. Pozostanę więc przy uporządkowaniu pierwotnego terminu. Jak podaje internetowy słownik PWN: „teleonomia to wyjaśnianie zjawisk ewolucyjnych w terminach celowościowych, bez uznawania, że istnieje cel, ku któremu zmierza ewolucja.” Prezentowane podejście jest więc teleonomiczne, ale istotnie dokładniejsze niż „teleonomia”.

Inną trudnością jest pojęcie obiektu. Obiekt to to, co ewoluuje. Zwykle mylony jest z osobnikiem wielokomórkowca, który ma początek – rodzi się, i koniec – umiera. Rozważany obiekt wybierany jest *a posteriori*, by zrozumieć jego cechy. Trwał on od powstania życia jako nitka ewolucyjna aż do

dziś. W I odcinku *Szkicu* rozważałem jedynie najprostszy przypadek – rozmnażanie wegetatywne. Bardziej złożone przypadki wynikające z wymiany informacji celowej (na przykład rozmnażanie generatywne) sygnalizuję dopiero w tym odcinku (5.3), gdzie opis obiektu zostanie rozbudowany.

Zmiany obiektu są losowe, ale podlegają sortowaniu i te, które pozostają, mają już inny rozkład, już nie są losowe, są celowe. Kto je wybrał? – Mechanizm procesu. Ten wybór to informacja celowa, która gromadzi się w wyniku działania mechanizmu. Gdzie? – W obiekcie. Obiekt jest nośnikiem tej informacji celowej, w tym mechanizmu tworzącego ten proces. Dlatego to obiekt zbiera informację celową.

Celowe reakcje, jako informacja celowa według wskazanych definicji, istniały już obiektywnie, zanim powstaliśmy i niektóre z nich uznaliśmy za celowe. Część tej informacji celowej poprawia skuteczność mechanizmu zbierania – tworzy się dodatnie sprzężenie zwrotne. Nas interesują obiekty najbardziej specyficzne w aspektach wynikłych z mechanizmu procesu, czyli o mechanizmie szczególnie efektywnym, więc z największą długością zapisu informacji celowej. (O długości tego zapisu – w III odcinku *Szkicu*.) Procesy nawet spełniające podstawową część definicji, ale nieefektywne, to jest bez osiągnięć, na razie nas nie interesują (patrz niżej problem uniwersalności definicji procesu życia).

To, że informacja celowa dotyczy celu istnieć nadal znaczy, że ma ona aktywnie podtrzymywać proces (zwiększać szanse przetrwania), a nie dokumentować go.

Drugim tematem wywołującym dyskusję i pewne nieporozumienia było definiowanie życia. Tu powszechnie oczekuje się podania „uniwersalnej, niekontrowersyjnej i powszechnie akceptowalnej definicji życia” (Chodasewicz, 2010, 2013a, b; 2015) spełniającej rozmaite zadania, raczej, moim zdaniem, ze sobą sprzeczne. Jak pisałem w rozdziale I.4.3, zgadzam się, że moja definicja nie spełnia podstawowego z tych zadań wymienionych w (Chodasewicz, 2010), a mianowicie nie jest ona „operacyjna” (to znaczy nie pozwala sprawdzić, czy obiekt jest żywy). Z opisu wynika, że nie jest także „realna” (nie podaje „wystarczających i koniecznych warunków uznawania obiektu za ożywiony”), choć „dostarcza jednoznacznej charakterystyki życia”. Tu jednak chyba da się osiągnąć konsensus, bo definicja dotyczy (procesu) życia, a nie obiektu ożywionego.

W podejściu dedukcyjnym zadaniem definicji jest przede wszystkim możliwość wyprowadzenia z niej większości podstawowych cech definiowanego pojęcia, co pozwala zrozumieć źródła tych cech. Ten aspekt słabo doceniano w definicjach konkurencyjnych, poza autopoietyczną. Poszukuje się minimalnego zbioru założeń wystarczających do tego wyprowadzenia. Te cechy wymienia Krzysztof Chodasewicz w dalszej kolejności. Podana tu definicja opisuje proces na tyle podobny do procesu życia, że pro-

ponuję uznać ją za jedną z definicji życia i porównać z innymi definicjami jej siłę wyjaśniania. Ta siła wyjaśniania jest moim zdaniem jedynym obiektywnym kryterium wyboru, pozostałe są bowiem arbitralnym określeniem woli badacza, co on chce nazwać życiem, a wobec tego, że badaczy jest wielu, spór jest nierozstrzygalny. Proponowana definicja nie stawia sobie zadania operacyjności – prostej weryfikacji, czy dany obiekt jest lub nie jest żywy. Takie typowe zadanie wydaje się błędnie postawione w kontekście uzyskanych wyników, gdyż tak rozumiane życie jest specyficznym procesem, a żąda się zdefiniowania obiektu. Ten błąd typowego podejścia tworzy trudny „problem muła” (Chodasewicz, 2013a). Owszem, obiekt jest nośnikiem mechanizmu procesu, ale w określonym środowisku, którego nie można pominąć, a w celu weryfikacji tego mechanizmu trzeba obserwować przez jakiś czas, czy on działa. Tak więc sam obiekt w krótkiej chwili czasu to jakby za mało. Jednak ten specyficzny proces ma tworzyć specyficzne statystyczne cechy obiektu, na przykład zapis informacji celowej (omawiany bliżej w odcinku III *Szkicu*), który może być wystarczający do stwierdzenia, że dany obiekt powstał w wyniku takiego właśnie procesu. Jest to oczekiwana operacjonalizacja definicji, a nie stwierdzenie, że jest on żywy. Niekoniecznie bowiem obiekt ten ewoluuje i ciągle zbiera informację celową, na przykład skamieniały szkielet dinozaura. Tu problemem staje się muł. Nawet jeżeli obiekt spełnia te wymogi, to możemy uznać wpływ jego środowiska biotycznego (5.6) za zbyt wielki. Uważam, że podana definicja jest minimalna i opisuje istotę zjawiska „życie”. Okazuje się, że naturalne granice życia są bardzo rozmyte w kilku istotnych wymiarach; każde sztywne wyznaczenie tych granic musi być arbitralne.

Powstaje pytanie o uniwersalność mojej definicji. Według Chodaswicza (2013b, 2015) uniwersalna definicja dotyczy: życia-jakim-je-znamy (*life-as-we-know-it*), życia-jakie-mogłoby-być (*life-as-it-could-be*) oraz życia-jakie-było-na-początku (*life-as-initially-was*). Intuicję, co chcemy określić, bierzemy z oglądu życia-jakim-je-znamy w obszarach niekontrowersyjnych, czyli na podstawie obiektów najbardziej zaawansowanych. Definicja podana w I odcinku: samoistny, długi i efektywny proces zbierania informacji celowej to definicja życia-jakim-je-znamy, które dało najbardziej zaawansowane objekty. To zaawansowanie zabezpieczają warunki: „długi” i „efektywny”, jednak są one rozmyte. Jeżeli je usuniemy, to włączymy procesy i ich wytwory bez cech specyficznych, których nie chcemy nazwać życiem. Minimalność tej definicji pozwala użyć rozmaite nośniki (budulec), o ile takie istnieją. Dopuszcza więc wieloraką realizację i dotyczy życia-jakie-mogłoby-być. *A posteriori* definicja obejmuje też życie-jakie-było-na-początku. Jest więc uniwersalna. Jednak *a priori* w tej fazie trudno ocenić, czy życie będzie długie i czy może być efektywne, i taki sam proces jako krótki i nieefektywny należałoby odrzucić. Aby uzyskać zgodność, należy dodać słowo „potencjalnie” przed „długi” i „efektywny”.

Coraz bardziej docenia się potrzebę połączenia nauk ścisłych z biologią. Ostatnio dyskutuje się koncepcje Addy'ego Prossa (Pross, 2011), który zauważa jedność mechanizmów darwinowskich zarówno w chemii jak i w biologii. Przedmiot tej części chemii, w której działa już *kinetic selection* odpowiadająca *natural selection*, to złożone replikatory, na przykład RNA. Oczywista dla Prossa granica między tą częścią chemii a biologią nie jest dla mnie oczywista. Uważam, że życie jako proces ma darwinowski mechanizm, który je określa; stawianie granicy gdzieś w tym procesie jest sztuczne. Tu jednak znowu pojawia się problem rozmytych warunków „długi i efektywny” oraz określenia „potencjalnie”, które tworzą naturalne podstawy dla podziału, jaki dostrzega Pross. Ogólnie wynika z tego, że poprawna definicja nie jest stanowcza, a posiada jakby miarę zachodzenia.

Zastrzeżenia i pewne niepewności wyrażone w paradoksie rzeki (I.3.3) ocenia się silniej, niż je zasygnalizowałem. Rzeczywiście prowadzą one do niejasności, które jednak są usuwane przez warunki „długi i efektywny”. Ponadto dobrym sprawdzianem, czy informacja celowa jest zbierana, jest możliwość jej zgubienia w procesie bez warunku udoskonalania. Gdy wyłączymy ten warunek, to powinien nastąpić wzrost entropii (III odcinek *Szkicu*); gdy on nie następuje, to należy powątpiewać, czy było co gubić.

Omawiany w (Chodasewicz, 2013b) problem wielorakiej realizacji życia bez uzgodnionej definicji życia jest nieokreślony, jak to wskazuje autor. Przynajmniej w zakresie konkretnych przykładów ALife może on być rozwiązywany na bazie przedstawionej definicji, gdyż ma ona znamiona definicji niearbitralnej. Statystyczny charakter tej definicji i brak związku z budulcem sugeruje istotną zmianę akcentów w oszacowaniach oczekiwań w tym problemie w obszarach obecnie bez danych, jak na przykład astrobiologia.

Klasyfikując moją definicję życia, Chodasewicz (2015) uważa, że jest to podejście szczególnie procesualne. Z drugiej strony widzi je jako reinterpretację mechanizmu darwinowskiego. Z tą drugą diagnozą się zgadzam; definicja okazuje się równoważna tak zwanej darwinowskiej. Natomiast w pierwszym aspekcie jej wyjątkowość polega jedynie na stanowczym stwierdzeniu, że życie, tak, jak raczej wszyscy rozumiemy to słowo, to nie obiekt, nie zdarzenie, nie stan lub cecha, ani też czynność, a rozciągły w czasie proces o określonym mechanizmie. *Szkic* dotyczy teorii życia, a nie teorii obiektu żywego, który jest wtórny, będąc produktem procesu. Obiekt jako nośnik mechanizmu dość celnie definiuje koncepcja autopoietyczna (Varela et al. 1974). Jest to pozornie definicja obiektu, gdyż wskazuje ona także proces poprzez jego mechanizm. Wbrew sugestiom Chodasewicza (2015) uważam także tę definicję za niemal równoważną mojej, gdyż wskazany mechanizm (system) realizuje ten sam cel, czyli trwanie, a z niego w zmiennym środowisku wynikać musi ciągła reorganizacja systemu dopasowująca go do

nowej sytuacji, a podobnie też rozmnażanie. Te trzy podejścia mówią to samo, ale mają inne akcenty, punkty zaczepienia i strukturę wywodu. Są one jak różne formy tego samego równania.

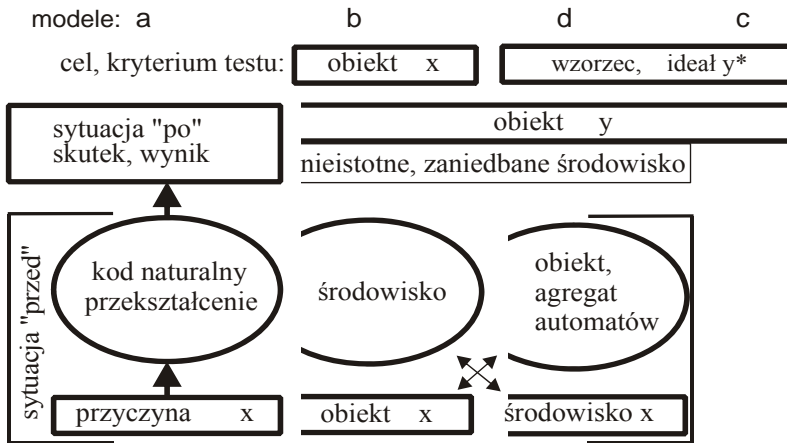
2. MODELE SAMEJ ZMIENNOŚCI LOSOWEJ

2.1. Kontrolowana informacją celową i losowa składowa zmienności

Zgodnie z nagromadzoną w obiekcie informacją celową, przekształcenia przez kod W mają utrzymać tożsamość obiektu, co udaje się z prawdopodobieństwem $W(y)$, które rośnie z ilością informacji celowej. Ta informacja jest więc źródłem stabilności obiektu. Zmiany (przekształcenia) kontrolowane informacją celową przede wszystkim odtwarzają więc obiekt w chwili następnej i nie są one losowe. Rozpatrzę je w rozdziale 3, gdzie wyjaśniam, dlaczego utrzymanie tożsamości nazywam zmianami (realizują one cykl przemian). Przekształcenia przez kod W mają także stawiać losowe hipotezy zmian obiektu. Te losowe zmiany nie są kontrolowane tą informacją celową – są losowe ze względu na kierunek prowadzący do celu. Ta część zmienności odpowiada głównie mutacjom. Kontrolowane informacją celową mogą tu być najwyżej parametry tych zmian, na przykład rozkłady wielkości i częstości, miejsce lub czas. Taka złożona zmienność losowa korelująca z potrzebami tworzy Lamarckowski wymiar ewolucji (patrz 3.1; (Jablonka, Lamb, 2005); też: (Gecow, 2010a)).

Te losowe hipotezy mogą podnieść doskonałość obiektu, mogą ją obniżyć, ale znaczna ich część nie zmieści się w ramach kryterium tożsamości, czyli doprowadzi do przerwania procesu. Warunek udoskonalania jest silniejszy, powinien ponadto wyeliminować małe zmiany obniżające doskonałość. Mechanizmy udoskonalania słabego (sortowanie od góry podczas eksplozji ilościowej zamienione na eliminację słabszych podczas konkurencji na barierze pojemności środowiska) oraz mocnego (podczas pokonywania bariery pojemności środowiska) dyskutowane były w rozdziale I.3.6. Niestety, efekty tych mechanizmów w ilości informacji celowej niszczyła bariera pojemności środowiska. Spadek bilansu na barierze nie jest jednak wynikiem zmiany budowy obiektu i zapisu informacji celowej, a wynikiem zmiany środowiska – kodu, który miał być niezmienny. Rośnie długość zapisu informacji celowej; wiąże się to z oceną jakościowej odmienności obiektów. Aby uchwycić dokładniej ten aspekt, trzeba opisać funkcjonującą strukturę obiektu, w której informacja jest zapisywana. W tym celu poszukamy drogi zbudowania takiego modelu, w którym losowe zmiany struktury modyfikuje warunek udoskonalania, tworząc tendencje strukturalne. Zanim wskażemy strukturalne podstawy tego modelu, pokażemy podstawy analizy ogólnych tendencji zmienności rozwinięte w III odcinku *Szkicu*.

2.2. Uproszczony model samej zmienności losowej



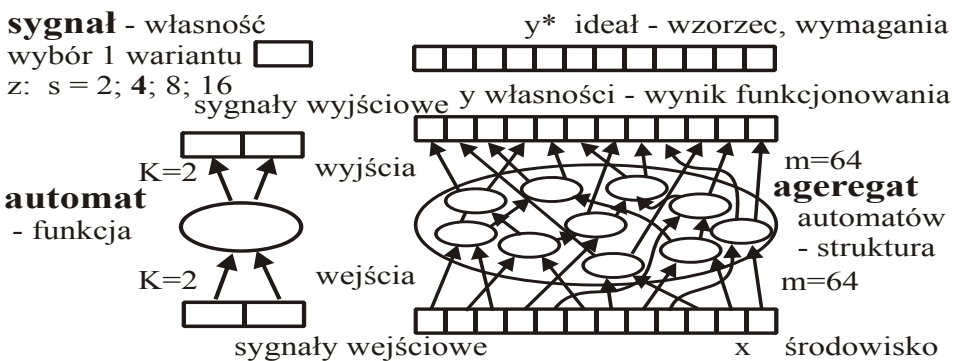
Rys. 1. Najważniejsze elementy i ich odpowiedniość w rozpatrywanych modelach. (a) – ogólny model kodu naturalnego; (b) – model procesu zbierania informacji celowej rozpatrywany w I odcinku *Szkicu*; (c) – model procesu udoskonalania obiektu bez struktury opisany w III odcinku *Szkicu*; (d) – model ewolucji struktury służący do badania tendencji strukturalnych, w tym „osłony” wstępnie opisanej w tym odcinku.

Na rys. 1 przedstawione są dwa główne elementy opisu: proces zmienności i kryterium eliminacji oraz różne upraszczające modyfikacje ich początkowej dokładnej postaci. Początkowo (a) samą zmienność opisywały jedynie kolejne sytuacje (stany układu odosobnionego) i przekształcające je prawa fizyczne F (I.2.2). W pierwszym kroku sytuacja „przed” została rozbita na pasywną przyczynę i przekształcającą ją w skutek aktywny kod zwany naturalnym, który wchłonął F . W drugim kroku (b) wyróżniliśmy stały element kolejnych sytuacji – środowisko, które podjęło rolę kodu naturalnego. Argumentem i wartością tego kodu jest reszta sytuacji – interesujący nas obiekt, który w kolejnych przekształceniach ulegał zmianie. W tym opisie zaniedbaliśmy stałe środowisko w sytuacji „po”. W mechanizmie konstrukcji sortującej działało naturalne kryterium tożsamości oparte na „małej zmianie” pomiędzy x a y . Poszukiwaliśmy silniejszego kryterium eliminacji, ale nie miało to znaczenia dla struktury modelu rozpatrywanej na rys.1b. Ten model dyskutowaliśmy w I odcinku *Szkicu*, ma on głównie charakter jakościowy, trudno tu przedstawić przykłady ilościowe. Takie przykłady analizujemy w III odcinku.

Badanie losowej zmienności będzie wygodniejsze, jeżeli w modelu wyraźnie oddzielimy ją od zmienności kontrolowanej informacją celową, której zadaniem jest utrzymanie tożsamości (stabilności) obiektu, to jest odtworzenie go w chwili następnej, także mimo sporej gamy typowych zmian

zaburzających. Wszystkich zmian dostarcza przekształcanie obiektu kodem, ale gdy nie interesuje nas zmienność specyficzna, tylko losowa, to wpływ na nią obiektu i kodu możemy zaniedbać. Zaniedbujemy więc teraz (c) dodatkowo sytuację „przed” i zakładamy losową zmienność obiektu y . Pomijamy tak jeden z najważniejszych, ale wykorzystany już do żądania zmieszczenia konstrukcji w układzie i znalezienia celu „istnieć nadal”, aspekt informacji celowej, jakim jest wskazywanie przez nią przyczyni zadanego skutku, czyli zmienności kontrolowanej informacją celową. Pozostaje kontrola zmienności losowej przez konstrukcję poprzez test i eliminację. Jej kryterium (uprzednio mała zmiana) modelujemy teraz porównując y do y^* – ideału przystosowawczego, zamiast do x . Odległość między nimi ma nie rosnać (warunek udoskonalania). Uproszczenie to uwalnia rozkład wielkości zmiany z ograniczeń wynikających z naturalnego kryterium tożsamości i pozwala unaocznić przyczyny tendencji wyboru mniejszych zmian – podstawy naturalnego kryterium. Taki prosty model zmienności zostanie przedstawiony w III odcinku *Szkicu*; przedstawiono go także w (Gecow, 2009c). Obiekt y porównywany ze swoim ideałem, celem y^* , jest tu wynikiem zmian losowych i warunku udoskonalania. Model ten jest podstawą drogi do tendencji strukturalnych - istotnych prawidłowości ewolucyjnych obserwowanych w strukturze ewoluującego obiektu.

2.3. Obiekt kodem – sieciowy model losowej zmienności funkcjonowania i struktury



Rys.2. Elementy agregatu automatów – funkcjonującej struktury. Ewolucję tej struktury badano losując dodawanie lub odejmowanie automatów i porównując nowy wynik y z wcześniej arbitralnie wybranym wzorcem y^* . Środowisko x zwykle stałe, wpływ jego zmienności to osłanianie (rys.5 i 6).

Obiekt y opisany jest w modelu (c na rys.1) wektorem swoich cech. Można potraktować je jako wynik funkcjonowania obiektu w stałym środowisku. W modelu (d) przywracamy sytuację przed przekształceniem przez F , ale

zmieniamy miejscami obiekt ze środowiskiem, pamiętając o pełnej symetrii obu części sytuacji. Powstaje możliwość badania zmienności funkcjonującej struktury obiektu, którą opisać można funkcjonującą siecią na przykład siecią Kauffmana (patrz: (Gecow, 2009e), (Kauffman, 1969, 1993)). W najprostszej, pierwotnej wersji tego modelu użytej tu do pokazania tendencji osłaniania (5.4) stosowałem nieco inną sieć przedstawioną na rys.2, którą nazywam agregatem automatów (Gecow, Gecow et al., 1975–2005). Wierzchołek tej sieci, zwany automatem, ma zawsze K wejść i tyleż wyjść (zwykle $K=2$), na każdym z nich osobny sygnał o s równoprawdopodobnych wariantach (zwykle $s=4$).

W tym modelu obiekt jest więc aktywnym przekształceniem, przekształcającym zadane środowisko x w sytuację następną. Część wynikowej sytuacji odpowiadająca obiektowi, zwana wynikiem y , jest porównywana z założonym ideałem y^* i na podstawie podobieństwa obliczana jest doskonałość obiektu. Jak powyżej model (c), jest to uproszczony model samej zmienności losowej. Pozostała część sytuacji wynikowej, odpowiadająca środowisku jest zaniebdywana z założenia o pomijalności (I.2.2) wpływu obiektu na środowisko (jest to oczywiście pierwsze przybliżenie).

Badania skutków warunku udoskonalania (adaptacji) na losową zmienność takiej sieci i jej struktury (głównie: (Gecow, 2009b); także (Gecow, Gecow et al., 1975–2008) poprzez ocenę wyniku y jej działania dały tendencje strukturalne odpowiadające na przykład znanym klasycznym prawidłowościom ewolucji ontogenezy. Niektóre z nich są do dziś skrajnie kontrowersyjne, głównie z powodu braku wskazania mechanizmów ich powstawania, co właśnie oferuje to niniejsze podejście. Analiza zachowania i zmienności daje pewien typ złożoności związany z chaosem (Gecow, 2009a, d, 2011) oraz związany z nią mechanizm realizacji naturalnego kryterium tożsamości, o czym wspomniałem w I.3.4.2.³ Problem chaosu będzie szeroko dyskutowany w IV odcinku *Szkicu*. Dalej, w 4.3 wspomniana będzie kolonizacja, a w 4.4 nieco szerzej omówione będzie osłanianie; są to także tendencje strukturalne. Należy podkreślić, że niniejszy rozdział jedynie zaznacza istnienie i podstawowe umocowanie takiego konaru opisywanego w *Szkicu* podejścia, szerzej omówię model i tendencje strukturalne w dalszych odcinkach *Szkicu*.

3. INFORMACJA DZIEDZICZNA (ZMIENNOŚĆ KONTROLOWANA)

3.1. Cykl przemian obiektu, informacja cyklu i informacja dziedziczna

Załóżmy teraz, że nie ma zmienności losowej, która dla obiektu posiadającego już pewną ilość informacji celowej musi być częściej destrukcyjna niż zwiększająca doskonałość $W(y)$ (patrz III odcinek) i zajmijmy się jedynie

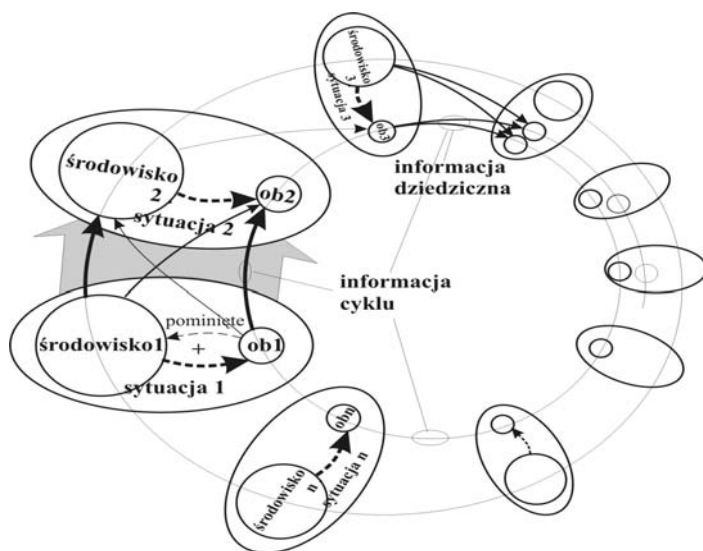
³ „Lawina *damage* w sieciach chaotycznych” w I odcinku *Szkicu*.

zmiennością kontrolowaną przez informację celową. Pomińmy tu celowość mutacji. Można zapytać: O jakiej zmienności chcemy dyskutować, skoro informacja celowa ma odtworzyć obiekt w chwili następnej, a więc zmian ma nie być?

Rzeczywiście, brak zmian to jedna z możliwości trwania informacji celowej, ale nie jedyna, gdy przedział czasu do „chwili następnej” podzielimy dokładniej. Drugą możliwością jest cykl przemian obiektu, gdzie stosowany dotąd krok czasowy to okres cyklu, po którym obiekt jest taki sam.

Należy uporządkować pojęcie obiektu, które po wprowadzeniu cyklu występuje przynajmniej w trzech znaczeniach. Przyjmując cały cykl (lub stan cyklu w określonej fazie) jako obiekt, otrzymujemy uprzedni, prosty obraz, dla którego stosuje się naturalne kryterium tożsamości. Drugim, dokładniejszym ujęciem jest obiekt jako chwilowy stan cyklu. Rozważamy tu podział okresu cyklu na skończoną liczbę kroków czasowych, czyli skończony ciąg takich obiektów tworzący jeden cykl. Trzecim, tu głównym ujęciem jest przyjęcie tożsamości przekształcanego obiektu w długim rozważanym przedziale czasu (wiele cykli, nawet z „mutacjami” i rozmnażaniem). W takim znaczeniu występuje w sformułowaniu „ewolucja obiektu”. Wtedy obiekty w drugim sensie nazywać będziemy postaciami obiektu.

W tych innych postaciach obiektu musi ciągle istnieć informacja wyznaczająca cykl ze wszystkimi postaciami obiektu tworzącymi ten cykl. Inna postać obiektu to inna postać informacji (także celowej), wyboru, jakim jest skończony ciąg postaci obiektu w cyklu, ale ten wybór nie zmienia się, tylko trwa poprzez wszystkie te postaci. Tą trwałą informację nazwijmy informacją cyklu. Jest to dokładnie informacja celowa (utrzymująca obrót cyklu; nie ma jeszcze podstaw do osobnego rozważania i oceniania poszczególnych cech obiektu (zob. 5.3)), ale odniesiona do cyklu przemian, gdzie



Rys. 3. Cykle przemian obiektu i jego środowiska, a w nich miejsce informacji cyklu (nośnikiem obiekt pomiędzy sytuacjami) i informacji dziedzicznej (transfer informacji cyklu do obiektu potomnego). Zaznaczono też wpływ środowiska na obiekt (w ramach sytuacji – uproszczenie, i pomiędzy sytuacjami) rozważany dalej przy osłanianiu.

wyznacza ona następne, niekoniecznie takie same postacie i mimo odmienności tych postaci jest trwałym wyborem. Ten obraz uwidacznia aspekty doceniane

w lansowanej przez Gilberta Gottlieba koncepcji „Systemu Rozwoju” (Jabłonka, 2007).

Do wprowadzenia informacji cyklu nie korzystamy z rozmnażania. Cykl przemian jest możliwy, ale nie jest konieczny, może być to ciąg stały, który także można podzielić na cykle. Jednak w warunkach fizycznych rozmnażanie, którego konieczność wykazaliśmy w rozdziale I.3.5, wymaga gromadzenia materii, to jest wzrostu, by po rozmnożeniu odtworzyć stan obiektu, ale w większej liczbie. To wymaga cyklu o zmiennych postaciach obiektu. W tym cyklu istnieje wyróżniona chwila (chwila rozmnożenia), w której po raz pierwszy pojawia się więcej niż jeden obiekt. W praktyce może to być spory odcinek czasu do chwili zerwania oddziaływania. Transfer informacji cyklu poprzez ten szczególny punkt (lub odcinek) czasu do „nowego”, to jest potomnego obiektu nazywamy dziedziczeniem, a transmitowaną informację – informacją dziedziczną. (Jeżeli obiekty po chwili rozmnażania są na tyle identyczne, że trudno wskazać, który z nich jest „starym” obiektem, to wszystkie można uznać za „potomne”).

Czy obiekt macierzysty i potomny to ten sam obiekt, czy osobne, różne obiekty? Dla zagadnienia dziedziczenia to niewątpliwie różne obiekty, ale dla rozważania ewolucji w dłuższym przedziale czasu można traktować je jako ciągle ten sam obiekt, co jest szczególnie wygodne, gdy patrzymy na niego *a posteriori* jako na całą nitkę ewolucyjną, która doprowadziła do danego, wskazanego, obecnie istniejącego obiektu, którego cechy chcemy zrozumieć.

W graficznym przedstawieniu przepływu informacji (rys. 3) widać problem rozróżnienia sygnałów „trwania” i „struktury” związany z podziałem czasu na kroki. Trwanie dotyczy oddziaływań w ramach stanu (sytuacji, rys.1 i 3) w jednej chwili czasowej, którą dla dokładniejszej analizy można podzielić na drobniejsze kroki czasowe. Takim sygnałem będzie rozważany w rozdziale 4 typowy sygnał osłaniany. Można przyjąć, że trwanie to metabolizm. Rozważamy tu zmienność struktury, której stan z chwili obecnej wpływa na stan w chwili następnej. Pominięty wpływ obiektu na środowisko dotyczy braku dostrzegalnych zmian w środowisku, nie jest wyborem środowiska (opisanym w rozdziale 3.3), który jest własnością obiektu.

Zauważmy także, że cykl z dokładnie powtarzającymi się w kolejnych cyklach postaciami obiektu jest wynikiem domyślnego założenia kodu jednoznacznego, najłatwiejszego do rozważań. Stosując kod W (prawdopodobieństwo warunkowe), otrzymujemy sytuację znacznie bardziej złożoną, o wielu możliwych wariantach cyklu, a także możliwymi wyjściami z cyklu, co zwykle stanowi utratę informacji celowej, lub może być zmianą losową („mutacją”). W tym przypadku rozmnażanie uzupełnia liczebność, a doskonałość $W(x)$

opisuje częstość poprawnego obrotu cyklu, który dodatkowo może mieć różną długość mierzoną liczbą kroków.

Rzeczywistość opisywana w omawianym modelu jest jeszcze bardziej złożona: Cykl życiowy może przechodzić przez przemianę pokoleń z różnymi sposobami rozmnażania, w jednym cyklu może być wiele aktów rozmnażania o zbliżonym statusie. Innym problemem jest celowa reakcja obiektu (w sensie wielopokoleniowej nitki) na zmieniające się środowisko. Zmiany statystycznie określonego środowiska można traktować jako jego krótsze lub dłuższe fluktuacje mieszczące się w granicach jego stabilności. Jeżeli fluktuacje takie są wyraźnie dłuższe od cyklu rozmnażania, to informacja dziedziczna przenosi także określony stan obiektu wynikły z mechanizmu i fazy tej reakcji regulacyjnej. Może się wydawać, że zmienia to zawartość informacji celowej, cyklu i dziedzicznej względem stanu „typowego”. Także porównywanie odpowiedniej postaci obiektu w kolejnych cyklach może mylnie sugerować zmianę ewolucyjną. Jest to ten sam problem, co z odmiennymi postaciami obiektu w cyklu, tyle że cykl zamknie się dopiero po ustaniu fluktuacji. Takie długie reakcje celowe rozważają Jablonka i Lamb (Jablonka i Lamb, 2005, na przykład s. 325): samo-podtrzymująca się pętla; oraz (Jablonka, 2007), gdzie przywołuje biologiczne pojęcia plastyczności i kanalizacji. Za zmianę ewolucyjną⁴ należałoby uważać zmianę informacji celowej, a ta może zaistnieć jedynie w wyniku przetestowania zmian losowych, to jest w zakresie nie kontrolowanym wcześniej nabytą informacją celową. Ostrożność tego sformułowania wynika z możliwości ograniczenia losowości zmian poddawanych testowaniu przez już zdobytą informację celową, co tworzy lamarekowski wymiar ewolucji (Jablonka i Lamb, 2005). Podejście lokalne do informacji celowej, szczególnie z użyciem kodu W, daje teoretyczną podstawę do głębszego zrozumienia tego zagadnienia.

3.2. Cykl przemian kodu, zmienność środowiska w czasie

Zakładaliśmy stałe środowisko – kod naturalny, aby podając ponownie ten sam argument móc oczekiwać tego samego wyniku. Podobnie jak w przypadku obiektu założenie to odnosiło się do przyjętego kroku czasowego. Przechodząc do drobniejszego podziału czasu, to jest do większej liczby przekształceń tworzących cykl, możemy pozostawić kod – środowisko stałe podczas całego cyklu, ale nie jest to konieczne. Kod także może zmieniać się cyklicznie z tym samym okresem co obiekt. W przypadku kodu jednoznacznego na każdą postać obiektu w cyklu będzie działał wtedy ten sam kod, co w cyklu poprzednim, i skutek tego przekształcenia będzie taki sam.

⁴ Proponuję tu jedno z kryteriów poszukiwanych przez Jablonkę (2007) „units of evolutionary change”.

Tak więc środowisko może być cykliczne, co może być źródłem cykliczności obiektu, jednak (w pierwszym przybliżeniu) nie odwrotnie, co wynika z założenia o pomijalności.

Zauważmy, że rozsynchronizowanie się obu cykli skutkuje utratą informacji celowej. (Nie zakładaliśmy podobieństwa sąsiednich kodów.) W takim przypadku jakby nic się nie zmieniało w kodzie czy obiekcie, ale informacja celowa znika. Rozsynchronizowanie nie może wystąpić w kodzie jednoznacznym, ale wiemy, że taki kod to jedynie przybliżenie. W przypadku kodu W obraz komplikuje się dodatkowo, dając bogactwo możliwości, które trudno dyskutować, ale jest to obraz bardziej adekwatny. By go z grubsza rozumieć, wydaje się konieczne przybliżanie go kodem jednoznacznym.

3.3. Zmienność środowiska w przestrzeni, wybór kodu

Dotąd w następnej chwili czasu istniał tylko jeden możliwy kod – środowisko, nie istniała możliwość wyboru, czyli zamiany kodu na inny (z założenia o pomijalności). Kod ten jest zadany.

Wiemy dobrze, że w rzeczywistości, którą chcemy opisać, jednocześnie istnieją różne sub-środowiska, z niektórymi z nich sąsiaduje sub-środowisko, w którym aktualnie znajduje się rozpatrywany obiekt. Podobnie można traktować niejednorodności przestrzenne środowiska. Teraz zadane środowisko $E = \text{sytuacja-obiekt}$ jest zbiorem sub-środowisk e , w jednym z nich (e_o) jest nasz obiekt, co nie wpływa zauważalnie na cechy tego sub-środowiska (e_o) (założenie o pomijalności). Wśród tych sub-środowisk zaistniał więc wybór, który jest cechą obiektu, a nie wpływem na środowisko, tak jak dowolny wybór któregośkolwiek opisującego obiekt parametru.

Rozpatrzmy przykład: Niech płaska przestrzeń jest tablicą 10×10 równoprawdopodobnych e_{ij} . Wtedy wybór określonego e_o przez obiekt niesie $I = \log 100$ informacji. Ten wybór to cecha obiektu. Obiekt może z jednakowym prawdopodobieństwem migrować do każdego z sąsiednich 8 sub-środowisk lub pozostać w e_o , jednak tylko w e_o „przeżywa”. Jego informacja celowa ogranicza więc jego ruch do $9/100$ możliwości i wynosi $\log(100/9)$, ale należałoby ograniczyć do $1/100$, więc informacja celowa może być większa. Niewłaściwe ruchy kompensuje rozmnażanie. Nie ma metody obiektywnego wskazania zakresu zbioru możliwości, więc takie podejście jest subiektywne. W podejściu lokalnym obiektywnie dostępne jest 9 możliwości bez wyróżnienia, więc informacji celowej brak, co zgadza się z oczekiwaniem. Każdy wzrost (w wyniku zmian obiektu, bo środowisko jest stałe) prawdopodobieństwa pozostania w e_o prowadzi do pojawienia się informacji celowej w tym aspekcie. Może to jednak polegać na spadku prawdopodobieństwa migracji na przykład do $e_{1,1}$, co po osiągnięciu zerowego prawdopodobieństwa każe nam zmniejszyć zbiór dostępnych możliwości i otrzymujemy

nieoczekiwaną nieciągłość, a w przypadku najskuteczniejszej informacji celowej pilnującej pozostania w e_0 daje jej całkowity brak. Jak widać, obiektywne istnienie informacji celowej jest oparte na obiektywnym wyborze zbioru możliwości E , a z tym, przy założeniu jednakowego prawdopodobieństwa, mogą pojawiać się trudności. Problem wyboru zakresu zbioru E można przerzucić na $p(e)$ – rozkład prawdopodobieństwa migracji dla określonego już obiektu, a nawet jego postaci w określonej fazie cyklu. Zbliża to ujęcie do obrazu lokalnego i choć w praktyce rozkład ten może być trudny do określenia, to można się zgodzić, że jakiś rozkład istnieje i wyraźnie różnicuje możliwe sub-środowiska. Teraz zakres (liczba elementów e zbioru E) może być dowolnie duży, ale spora część elementów będzie miała pomijalne prawdopodobieństwo. W takim ujęciu powyżej odnotowany spadek prawdopodobieństwa migracji do $e_{1,1}$ nawet do zera nie każe nam zmniejszać zbioru możliwości; informacja celowa poprawnie rośnie. Gorzej z jej bezwzględną ilością, wynikającą z arbitralnego wyboru zbioru E . Pokonanie tej trudności można oprzeć na wskazaniu początku procesu zbierania.

Wybór (nawet bierny ruch w przestrzeni) na granicy sąsiadujących sub-środowisk e może być zależny od cech obiektu, może on nieść informację celową i dziedziczną. Nie jest to zmienianie środowiska E ani sub-środowiska e ; te pozostają bez zauważalnych zmian, więc nie jest tu pogwałcone założenie o pomijalności. Na przykład łośos powraca na tarło do miejsc, gdzie się urodził (Shearer, 1992). W tym przypadku jedyne nośnikami tej informacji w określonych etapach cyklu są: obecność ikry w określonym miejscu, a następnie, gdy miejsce zostało opuszczone, pamięć drogi. Wybór sub-środowiska może więc być nośnikiem informacji dziedzicznej, ale jest to parametr obiektu. W zasadzie kod – środowisko E nie ulega zmianie, ale bardziej intuicyjnie jest myśleć o sub-środowisku e jako o kodzie, konkretnym operatorze na argumentie jakim jest obiekt.

4. PODZIAŁ ŚRODOWISKA NA ELEMENTY, OSŁONA, WYŻSZE KANAŁY DZIEDZICZENIA

4.1. Wpływ obiektu na element środowiska – osłona

Możliwość wyboru kodu znacznie komplikuje prosty pierwotnie opis informacji celowej, w którym kod był z założenia stały i cała uwaga skupiona była na obiekcie. Z dotychczasowej perspektywy należałoby przyjąć, że w innym kodzie cała zgromadzona informacja celowa przestaje istnieć, ale kody mogą być podobne, co obserwujemy w opisywanej rzeczywistości i należałoby umieć uchwycić to podobieństwo. Konkretnie środowisko składa się z wielu czynników aktywnie wpływających na obiekt. Podobne czynniki mogą występować w innych środowiskach. Można próbować opisać różne środowiska jako złożone z elementów zbioru czynników.

Innym istotnym zjawiskiem jest zasięg oddziaływania takich elementów.

Bazując na takim modelu można rozważać, że obiekt posiadał wpływ (w wyniku zmienności losowej) na obecność niektórych takich elementów środowiska w swoim zasięgu. Nie narusza to założenia o pomijalności z dwóch powodów. Po pierwsze, to elementy te przestają należeć do środowiska, a zaczynają należeć do obiektu, jak dalej zobaczymy. Po drugie, gdyż dotyczy to wpływu lokalnego (na co pozwala mały zasięg), nie wpływają na postać całego środowiska.

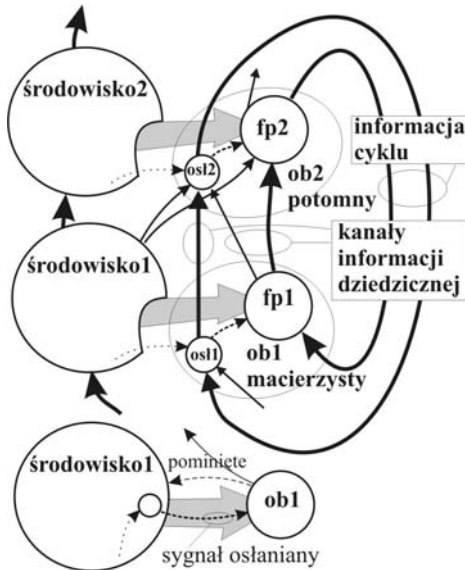
Wpływ na obecność tego elementu środowiska to informacja zawarta w obiekcie i może ona być celowa i dziedziczna. Element ten zostaje jakby wchłaniany przez obiekt. Taki zabezpieczony przez obiekt element (czynnik) środowiska nazwijmy osłoną. Okazuje się, że powstawanie osłony jest tendencją strukturalną (2.3 i 4.4; też: (Gecow et al., 2005b)).

Oslona (w pierwszym przybliżeniu) to pierwotnie element czynnego kodu działającego na starą część obiektu. Pasywny obiekt więc zaczyna posiadać w sobie aktywne elementy. Jako całość może nadal być traktowany jako pasywny argument zewnętrznego środowiska, ale jego budowa i wynikające z niej cechy są już w widoczny sposób złożone. Tu należy przypomnieć symetrię i arbitralność naszego wyboru co traktujemy jako aktywny kod, a co jako jego pasywny argument. Użycie takiej formy opisu wynika z naszego sposobu myślenia, a nie z jego adekwatności. Rozbicie środowiska na wiele jednocześnie działających czynników wymaga opisu, który jest bliższy sieci, na przykład sieci Kauffmana (Gecow, 2009e, Kauffman, 1969, 1993), ale i tu trudno jest rozdzielić interpretacyjnie pasywne sygnały, aktywne wierzchołki i samą strukturę sieci. Lepiej do takiego opisu nadają się algebry procesów, szczególnie pi-calculus (Nowostawski i Gecow, 2011), w których struktura sieci i funkcje wierzchołków także mogą być efektem jej działania.

4.2. Warstwy osłony, kanały dziedziczenia

Traktując osłonę jako aktywny wierzchołek sieci, możemy rozważać link idący od osłony do obiektu, po którym obiekt uzyskuje niezbędny do swego prawidłowego działania (trwania, metabolizmu) osłaniany sygnał (zob. 4.1 i 4.4). To on jest przyczyną potrzeby osłaniania, gdy zanika w niezależnym od obiektu środowisku. Pierwotnie był on sygnałem środowiska, więc nie mógł nieść informacji celowej. Następnie, stara postać obiektu (nazwijmy ją f_p - forma pierwotna) działa bez zmian, bo nadal otrzymuje ten sygnał, jednak osłona przestała być elementem środowiska, bez obiektu nie istnieje, test i eliminacja jej dotyczą, więc ten sam sygnał jest już informacją celową, choć nic nie zmienia. Pozornie więc, tak jak wcześniej środowisko, osłona nie wpływa celowo na budowę i funkcjonowanie obiektu. Traktując więc

odmiennie osłaniany sygnał, informację dziedziczną wskazującą fp nadal przynosi tylko fp, (ale w starych okolicznościach odtwarzanych przez osłonę).



Rys.4. Warstwy osłony jako kanały informacji dziedzicznej.

Fazy osłaniania z wyszczególnieniem omawianego przepływu informacji pokazuje rys.4. Obiekt (fp) musiał się jednak na tyle zmienić, że obecnie wpływa na obecność osłony, co może być dodatkiem do fp. Takim dodatkiem jest też sama osłona, która nie musi być identyczna ze starym mechanizmem środowiska tworzącym osłaniany sygnał. Osłona może więc być także mechanizmem utrzymującym swoją dalszą obecność i postać, czyli nieść informację dziedziczną o swojej budowie.

Jeżeli osłona utrzymuje się podczas całego cyklu, to można mówić o dwóch kanałach informacji cyklu: stary – fp i nowy – osłona. Dalsze osłanianie obiektu zawierającego już osłonę tworzy kolejne wyższe poziomy – kanały (warstwy).

Jeżeli przyjąć, że fp jest kanałem genetycznym, to wyższe są epigenetycznymi. Jeżeli osłona nie utrzymuje się podczas całego cyklu, czego można oczekiwać w początkowej fazie powstawania nowego poziomu, to informację celową o osłonie musi przynosić fp.

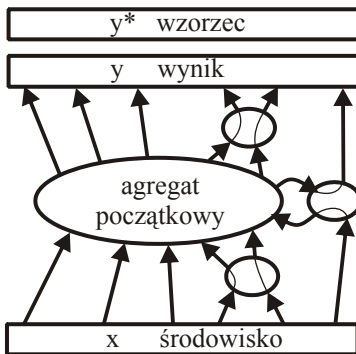
Tę konstrukcję można przenieść na dziedziczenie, ale ono nie zachodzi w czasie całego cyklu, a jedynie w fazie rozmnażania, od chwili, gdy po raz pierwszy pojawił się obiekt potomny, do zerwania jego oddziaływania z obiektem macierzystym. Kanałami informacji dziedzicznej należałoby więc nazwać te linki, które występują w tym okresie, bez warunku ich zamknięcia w całym cyklu. Kanał epigenetyczny może więc być w zasadniczej części zdeterminowany przez genom. W tym aspekcie kanały informacji cyklu są silniej ograniczone, tak, że każdy kanał informacji cyklu jest kanałem informacji dziedzicznej, ale nie każdy kanał informacji dziedzicznej jest kanałem informacji cyklu. To rozróżnienie jest istotne dla interpretacji i intuicji.

Jablonka i Lamb (2005) i Jablonka i Raz (2009) wskazują na istnienie i znaczenie innych niż genetyczne kanałów informacji dziedzicznej, jednak nie odwołują się do mechanizmu osłaniania i nie rozróżniają od kanałów informacji cyklu, choć wielokrotnie wydaje się, że argumentują za tą silniejszą i ciekawszą postacią.

4.3. Kolonizacja jako jeden z mechanizmów osłaniania

Jedną z najprostszych, dyżurnych możliwości uzyskania przez obiekt (w sensie wielopokoleniowej nitki) kontrolowanego elementu środowiska do celów osłaniania jest użycie do tego części obiektów siostrzanych, tylko lekko zmodyfikowanych. Mogą one zrezygnować z perspektywy swojego nieograniczonego rozmnażania kolidującej z rolą osłony, co radykalnie zmienia ich podstawowy status. (Można nadal uważać je za ewoluujące obiekty, (I.4.3.2), jednak taka perspektywa przestaje być najprostszą i naturalną.) Tak na przykład powstała soma i robotnice owadów społecznych, a także liście. Komórki somy nadal rozmnażają się, ale to rozmnażanie i ich cykl mają już całkiem inne uwarunkowania i środowisko. Można przyjąć, że soma i jej fenotypowe reakcje są osłoną dla linii rozrodczej.

Ze względu na strukturę wyvodu *Szkicu dedukcyjnej teorii życia* jest jeszcze za wcześnie, by omawiać dokładniej tendencję kolonizacji, której istotą jest coraz silniejszy związek obiektów siostrzanych. Tendencja ta ma wiele przyczyn i można na nią patrzeć z różnych perspektyw. Takie uwarunkowania tworzą sieć, a to nie jest sprowadzalne do liniowej, uporządkowanej sekwencji wyvodu. Informacja dziedziczna wraz z najprostszym modelem jej kanałów jest szczególnie ważnym tematem z uwagi na związanie rozwijanej teorii ze współczesną biologią więc wymaga przynajmniej zaznaczenia związków z później omawianymi zagadnieniami.

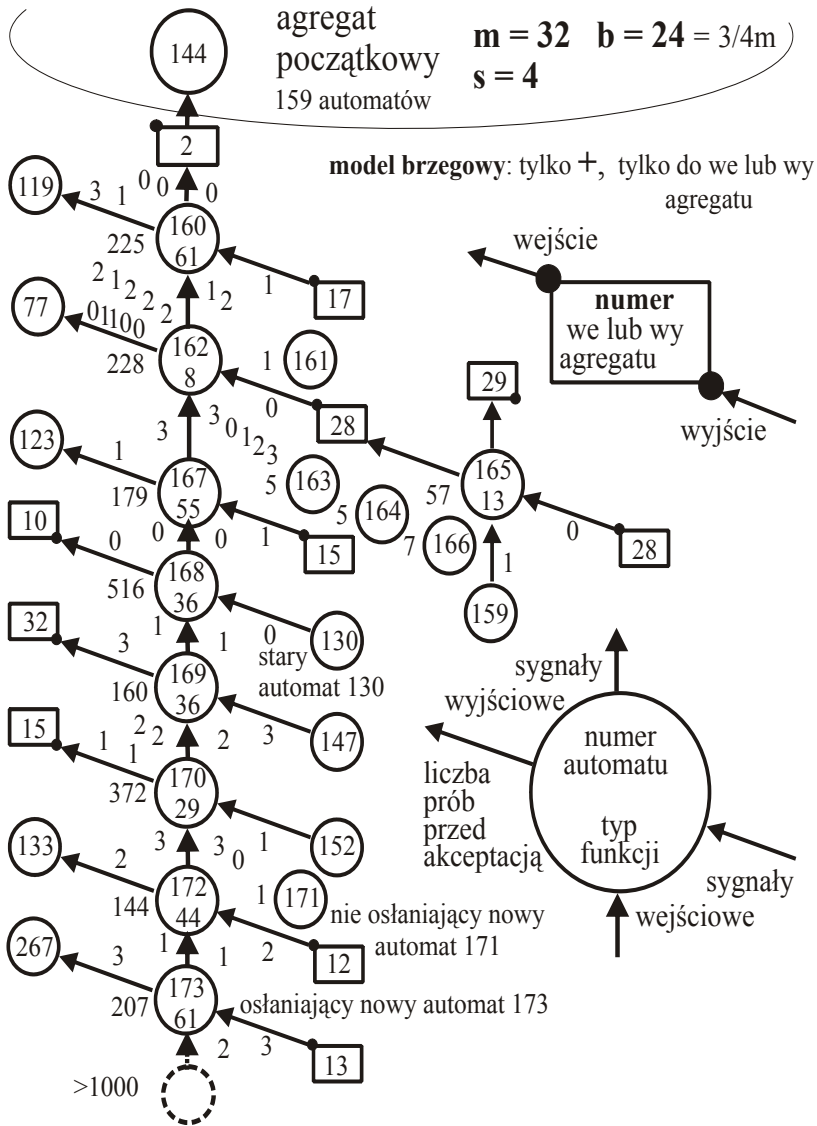


Rys. 5. Model zmienności brzowej: nowe automaty dołączane są tylko pomiędzy sygnałami wejściowymi (środowiskiem x) a agregatem lub pomiędzy wyjściami agregatu a jego wynikiem y .

4.4. Osłanianie jako tendencja strukturalna

Podobnie do kolonizacji, osłanianie jest tendencją strukturalną, ale znacznie prostszą do modelowania. Podstawy modelu, który pozwolił na symulację tej tendencji będą omówione w dalszej kolejności. Sama definicja tendencji (ogólnej) znajduje się dopiero w następnym odcinku. Tendencje strukturalne ponadto wymagają (jest to w każdym razie pożądane) wykazania, że życie toczy się w systemach chaotycznych, co obecnie nie jest uznawane, a będzie dowodzone w IV odcinku *Szkicu*. Dopiero po tym można będzie omówić podstawowe tendencje strukturalne, a osłanianie do nich jeszcze nie

należy. Podstawowy model jest jednak dość intuicyjny i był symulowany oraz przedstawiony już dawno (Gecow, 1975b, 1987; Gecow et al., 2005b).



Rys.6. Wynik symulacji osłaniania modelem brzegowym. Po każdej akceptacji zmieniał się sygnał środowiska nr 2. Jak widać, automaty nie osłaniające akceptowane były jedynie wtedy, gdy zmiana funkcjonowania wywołana zmianą środowiska wygasła w początkowych krokach. Osłanianie aktywnie wygaszało to odstępstwo od poprzedniego funkcjonowania.

Model zmienności brzegowej przedstawiony na rys.5 miał odpowiedzieć na pytanie: Czy podstawową reakcją ewolucji na zmianę sygnału środowiska jest rzeczywiście odtwarzanie go w ramach agregatu? Aby zwiększyć szanse trafienia w bezpośrednie okolice zmienionego sygnału (rys.2), zmniejszono liczbę wejść i wyjść agregatu z typowej $m=64$ do 32, oraz użyto model naj-

prostszy z samym dodawaniem nowych automatów do agregatu, ograniczony do losowania linków użytych do przyłączania jedynie z linków wejściowych i wyjściowych agregatu (stąd „brzegowy”). Liczba K wejść i wyjść automatu wynosiła 2, a liczba równoprawdopodobnych wariantów sygnałów $s=4$, co sytuowało taki system w obszarze chaosu. Sprowadza się to do tego, że zaburzenie funkcjonowania w okolicy wejść agregatu dawało zwykle wielką zmianę na wyjściach agregatu, praktycznie bez szans na akceptację. Wstępnie bowiem $\frac{3}{4}$ z 32 wyjść, czyli 24, było idealnych, a tylko 8 niecelnych. Jest to zgodne z intuicjami wyrażanymi nawet przez Darwina. Szersza dyskusja założeń modelu, szczególnie usytuowania życia w chaosie, będzie tematem dalszych odcinków *Szkicu*. Rys. 6 pokazuje wynik tej symulacji, która dawniej zajmowała niewyobrażalnie długi czas dużego komputera. Jak widać, automaty nieosłaniające akceptowane były jedynie wtedy, gdy zmiana funkcjonowania wywołana zmianą sygnału środowiska nr 2 wygasła w początkowych krokach. Osłanianie aktywnie wygaszało to odstępstwo od poprzedniego funkcjonowania. Wynik symulacji jest zdecydowany i jednoznaczny – jedynym ratunkiem, gdy środowisko zmienia się w istotnym aspekcie, jest odtworzenie wcześniejszego funkcjonowania obiektu przez kompensację zaburzenia w okolicy jego powstania. Jest zdumiewające, że tak silna i ważna tendencja strukturalna nie ma odpowiednika w prawidłowościach ewolucji ontogenezy. Najbliższy jej odpowiednik to cenogenezy, głównie w interpretacji Aleksieja N. Sjewiercowa (1956), ale wprowadzone już przez Ernsta Haeckla. Intuicje, że zmiany we wczesnych funkcjonalnie miejscach dają większe, zwykle letalne skutki, są w biologii obecne od dawna, wskazywał na nie Darwin, a także Jonathan Slack (1993), ale nie przybierają bardziej formalnej postaci. Sjewiercow zauważa, że jeżeli takie zmiany pozostają, to raczej ich zadaniem jest właśnie utrzymanie uprzedniego funkcjonowania w nowych warunkach.

5. INTERPRETACJE BIOLOGICZNE ZWIĄZANE Z DZIEDZICZENIEM

5.1. W którym kanale jest informacja dziedziczna o wędrówce

Ptaki wróblowate mają genetyczny zapis wędrówek (Newton, 2008, 257). Podjęcie wędrówki i wybór miejsca w chwili ich dokonywania jest tu zapisany na dwóch osobnych poziomach – genetycznym i fenotypowym. Czy któryś z nich jest kompletny? Jeżeli oba, to który z nich jest informacją dziedziczną?

Przed wszystkim, informacja dziedziczna jest jedna – istnieje tylko jeden wybór, ale może być zapisana jednocześnie w dwóch postaciach. Na etapie wyboru środowiska czynną postacią informacji celowej zapewniającą

ten krok w cyklu jest postać fenotypowa. To ona realizuje wędrówkę. W tym czasie postać genetyczna jest bierna, ale jej usunięcie (lub zablokowanie) spowoduje, że następny obrót cyklu już nie nastąpi. Informacja dziedziczna ma z definicji zawierać wszystko niezbędne by zaistniały następne takie cykle, ale już w obiekcie potomnym. Wskazanie w dynamicznie zmieniającym się obiekcie nośnika wybranej cechy niekoniecznie jest możliwe, może wpływać na nią całość obiektu (5.2). Te uwagi dotyczą przede wszystkim poszukiwania kanałów informacji cyklu, natomiast przekaz informacji dziedzicznej jest ograniczony w czasie i stwierdzono, że główna część informacji o wędrówce jest tu zawarta w genach.

Ptaki blaszkodziobe (gęsi, łabędzie) uczą się trasy wędrówki od rodziców i innych członków stada (Mueller et al. 2013). Tu tą główną część informacji cyklu przenosi jakby niematerialna, jednak realna tradycja zapisana w pamięciach wielu osobników, stanowiąc następny kanał informacji cyklu (Jablonka, Lamb, 2005; Jablonka, Raz, 2009) zwany behawioralnym. Informacja ta dziedziczna jest w trakcie przelotu od stada. Uzyskana z tego kanału informacja także wymaga reszty obiektu do obrotu cyklu, a mechanizm tego dziedziczenia wymaga zapisanej gdzie indziej tendencji do trzymania się w stadzie.

Uważa się, że postać genetyczna (wraz ze środowiskiem) w pełni wyznacza postać fenotypową, jednak nie jest ona wystarczająca, porzucona w środowisku zginie. Aby była to informacja o wędrówce musi zostać zdekodowana do wyżej wskazanej postaci fenotypowej. Tego zdekodowania dokonuje pozostała część obiektu zawierająca także matkę i ojca, a nawet gniazdo. Jest to w większości osłona z jej mechanizmami dziedziczenia. Na konieczną do zdekodowania postać tej części mają istotny wpływ także pozostałe kanały dziedziczenia.

Mylący aspekt tytułowego pytania sugerujący, że gdzieś jest pasywny zapis zawierający wszystkie informacje, wynika z pominięcia aktywnego kodu. W typowej sytuacji, w której spotykamy się z zapisem informacji i nabywamy intuicji i oczekiwań, tym aktywnym kodem jesteśmy my sami i nie musimy pamiętać o konieczności swojej obecności by symbole zostały związane z ich znaczeniem. Zapominamy także o arbitralnie zaburzanej symetrii kodu i jego argumentu. Razem, chcemy włożyć informację dziedziczną w nieadekwatne ramy.

5.2. Model autonomiczny, dekodowanie genomu do fenotypu

Wpływ środowiska na proces dekodowania genomu jest ograniczony przez warstwy osłony i można w pierwszym przybliżeniu go pominąć. Pozwala to zastosować do opisu naszego obiektu (ptaka wróblowatego) układ odosobniony jak przy definiowaniu kodów naturalnych. Taki model obiektu

można nazwać autonomicznym. Sytuacja_i to dokładnie postać naszego obiektu w określonym i-tym etapie cyklu.

Taki system autonomiczny rozważa Kauffman (1993) opisując go skończoną, oczywiście autonomiczną, deterministyczną siecią Boolowską.⁵ W skończonej sieci jest skończona, choć ogromna, liczba stanów sieci, więc zawsze w skończonym czasie musi powtórzyć się jakiś stan i od tej chwili powtarza się on cyklicznie. Kauffman opisuje takim modelem komórki żywe (Kauffman, 1971), wskazując, że dla pewnych parametrów sieci (na granicy chaosu) długość tego cyklu (zwanego atraktorem) nie musi być zbyt duża. Bardzo przypomina to nasz rozważany obiekt i sugeruje, że należy oczekiwać w przyrodzie podobnych cykli. Mam tu stanowcze, odmienne zdanie dokładniej uzasadnione w (Gecow, 2010b i 2011). Przede wszystkim obiekty żywe nie mogą być losowymi sieciami na granicy chaosu, tylko głębiej w chaosie. Są one szczególnie nielosowe w aspekcie stabilności, który opisuje chaos, gdyż są wybrane właśnie w tym aspekcie przez dobór naturalny, a ich autonomiczność jest zbyt grubym przybliżeniem (dokładniej w IV odcinku).

Powróćmy do dekodowania genomu. Sytuacja₁ (na przykład w chwili powstania zygoty) składa się z zapisu genetycznego (fp) i reszty, czyli osłony. Wynikiem przekształcenia przez prawa fizyczne (złożone z zaniedbanym tu wpływem środowiska naszego obiektu) jest sytuacja_w, to nasz obiekt w chwili realizacji wędrówki i wyboru kierunku lotu. W sytuacji_w można odnaleźć fp – zapis genetyczny, ale jego uzupełnienie do sytuacji_w (w uproszczeniu osłona_w) jest inne niż w sytuacji₁. Opisując to jeszcze dokładniej, zauważamy, że między sytuacją₁ a sytuacją_w jest cały ciąg sytuacji_i, w których ciągle jest fp, a osłony_i są różne. Dla każdego i, utworzenie następnej osłony_{i+1} wymaga obecności obu składników sytuacji_i, (dla każdego i: osłona_{i+1} := fp (osłona_i) lub := osłona_i(fp)) a nie tylko jednego. Gdyby istniało i (na przykład : i=0), dla którego osłona_i jest pusta, tzn. brak jest osłony fp, wtedy fp miałoby w sobie całą informację cyklu. Można doszukiwać się takiej sytuacji jedynie w przypadku wirusów, choć chwila, w której wirus jest w takim stanie charakteryzuje się szczególnym wyborem miejsca (środowiska, które tu zaniedbaliśmy) dokonany wcześniej. A więc cały obiekt, a nie tylko jedna z części obiektu jest w danej chwili nośnikiem informacji cyklu, gdyż obiekt testowany jest jako całość i jako całość ewentualnie eliminowany. Z tej całości nic nie można usunąć nie zmieniając fitness – prawdopodobieństwa skutecznego obrotu cyklu, czyli nie zmieniając ilości informacji celowej, to jest, informacji cyklu. Aby określić, co jest nośnikiem informacji dziedzicznej trzeba sprawdzić, jaki wpływ obiektu macierzystego na obiekt potomny jest konieczny.

⁵ Sieć Boolowska, inaczej, logiczna, zwana często siecią Kauffmana, jest siecią skierowaną. Wierzchołki posiadają przypisane im funkcje sygnałów pojawiających się na wejściach do tego wierzchołka, a wartość funkcji wysyłana jest na wszystkie wyjścia tego wierzchołka.

Można tu mieć wątpliwości: W modelu ze środowiskiem niezależnym od obiektu też nie można usunąć tego środowiska bez zmiany fitness, a nośnikiem jest jedynie obiekt. Tak, bo jedynie obiekt jest testowany i to w całości, a środowisko E jest zadane – nie ma tu wyboru i informacji o nim.

5.3. Krzyżowanie daje test alleli – drugi poziom testu o innych odniesieniach

Nie analizowaliśmy jeszcze rozmnażania płciowego, a w użytym przykładzie ono pojawia się, choć nie ma żadnego wpływu. Przykłady i intuicje czerpiemy ze zbioru, w którym praktycznie zawsze istnieje rozmnażanie płciowe, a osobniki są diploidalne. Wymiana informacji w wyniku krzyżowania (proces płciowy i *crossing-over*) tworzy mechanizm populacyjny, w którym poprzez test obiektu pojawia się w populacji test alternatywnych części obiektu, na przykład: części fp – alleli, a wraz z nimi alternatywnych cech obiektu (co bez wymiany informacji jest niemożliwe). Uzasadnia to tworzenie takich perspektyw jak *Samolubny gen* Richarda Dawkinsa (1976) z innym odniesieniem dziedziczności, a mianowicie do trwania genu. Jest to jednak duże rozszerzenie modelu; jego rozpatrzenie wymaga rozważań w odrębnym artykule. W skrócie: pojawienie się tej możliwości jest wynikiem statystycznej tendencji strukturalnej zespalandy” (Gecow et al., 2005b) wiodącej do coraz silniejszych związków początkowo niezależnych obiektów długo ewoluujących razem. Tak powstaje obiekt wyższego rzędu. Wymiana informacji celowej w postaci obiektów niższego rzędu między obiektami wyższego rzędu, to jest krzyżowanie, tworzy wydajniejszy test, gdzie testowane są cechy (allele), eliminowany jest nadal obiekt (wyższego rzędu), a składem testowanych cech jest jego populacja (gatunek). Na razie rozważamy test podstawowy, w którym wszystkie te role gra obiekt, pozostając jedynym przedmiotem testu. Nie zmienia tego obrazu ujęcie, w którym zbiór obiektów rozmnażających się wegetatywnie (także zwany populacją, mimo, że nie ma ona mechanizmów populacyjnych) także przechowuje pewną pulę alternatyw. Alternatywy te to jednak nie pojedyncze cechy obiektu, a całe obiekty. Teorię dziedziczenia i przenoszenia informacji celowej w znacznie bardziej złożonym przypadku krzyżowania należy oprzeć na rozpoznaniu w prostszych okolicznościach. Należy też pamiętać, że konkretny mechanizm wymiany informacji dotyczy konkretnego kanału przekazu tych informacji.

Przyzwyczajenia myślenia populacyjnego w ewolucjonizmie są jednak silne. W związku z tym rozróżnienie rozpatrywanego dotąd w *Szkicu* najprostszego rozmnażania wegetatywnego od mechanizmów populacyjnych tworzonych przez wymianę informacji napotyka na istotne trudności. Typowo zakłada się, że: a) rozważamy diploidalne gatunki; b) selekcja wybiera z tego, co jest w danej chwili w zbiorze do wyboru; c) czas reakcji na problem

nie jest rozważany. Diploidalność to zaawansowany mechanizm. Zanim zaistniała, były prostsze mechanizmy. W wywodzie dedukcyjnym nie wolno od niej zaczynać. Trzeba rozważyć najprostsze mechanizmy (o minimalnych założeniach) i stopniowo, w sposób kontrolowany (czy to potrzebne i co daje) zwiększać złożoność.

Rozważmy teraz czas reakcji haploidów (mechanizm najprostszy) na zmianę potrzeb w przypadkach wegetatywnym i generatywnym. Przyjmijmy, że populacje w obu przypadkach są spore i od dawna zawierają w dwóch loci po dwa allele – stare a i b i nowsze, nieco lepsze A i B , „odkryte” niezależnie. Daje to 4 możliwe genotypy, w tym AB najlepszy. W populacji krzyżujących się haploidów spodziewamy się wszystkich czterech kombinacji i systematycznego wzrostu frekwencji nowszych alleli i genotypu AB , który pojawić się może już w następnym pokoleniu po powstaniu nowych alleli w wyniku mutacji. W zbiorze obiektów wegetatywnych nie spodziewamy się genotypu AB . Aby powstało AB , trzeba ponownie „odkryć” (wygenerować przez mutację) albo A w aB , albo B w Ab . Jeżeli trzeba złożyć kilka takich niezależnych odkryć, które każde z osobna jest mało lepsze, to mechanizm generatywny robi to radykalnie szybciej, bez konieczności dodatkowych mutacji, korzystając z puli obecnych w populacji alleli i ich szybko reagujących frekwencji wskazujących (prawie) aktualną przydatność. Mechanizm wegetatywny nie ma możliwości skorzystania z takiej puli. Może on wykorzystać najbardziej zaawansowaną kombinację, ale resztę musi „zdążyć odkryć” w niej na nowo drogą kosztownych mutacji, podpierając się liczebnością takiej „populacji”. Drastycznie różną wydajność algorytmów genetycznego (mechanizm generatywny) i ewolucyjnego (mechanizm wegetatywny) widać, gdy stosuje się je w komputerze do, na przykład, dopasowywania wielu parametrów funkcji do wyników doświadczalnych.

Populacja generatywna to zbiór osobników zależnych od siebie w aspekcie potomstwa, w zasadzie to zbiór alleli z mechanizmem (populacyjnym) testu alleli (oceny w postaci frekwencji). Wegetatywna pseudopopulacja to jedynie zbiór niezależnych osobników – kombinacji alleli, bez mechanizmu łączącego je w całość (w tym aspekcie).

5.4. Testy niezabijające i wyższe kanały informacji dziedzicznej

Wymiana informacji celowej tworzy inny od podstawowego, bardziej wydajny test – mechanizm zbierania informacji celowej. W zasadzie jest to uniwersalna metoda intensyfikacji istniejącego testu. Jest to mechanizm populacyjny, tu zbiera informację celową i ewoluuje populacja. Dalej jednak istnieją osobniki i to one są eliminowane (zabijane) przez test podstawowy. Zebrana informacja celowa nie ginie podczas testu niecelnej hipotezy. Ten wydajniejszy test nie musiał wyewoluować drogą testu podstawowego, mo-

gło się zdarzyć, i nawet jest to prawdopodobne, że działał on od początku życia naturalnego.

Czy istnieją inne wydajniejsze testy? Na przykład: czy istnieje sposób na zbieranie informacji celowej bez zabijania? Wiadomo, że są takie sposoby. Są one oparte na czujnikach parametrów, które należy utrzymać w określonych zakresach – czyli typowe regulatory. Zbudowanie takiego czujnika i sygnalizacji zbliżania się do niewłaściwego zakresu może wykonać test podstawowy (i populacyjny wraz z podstawowym), dalej wystarczy zapamiętywać okoliczności (stany innych czujników) wystąpienia takich zdarzeń i unikać ich. Pamięć i unikanie także może zbudować test podstawowy. Ale tak powstały mechanizm pozwala zbierać informację celową bez zabijania i zapisywać ją w bardziej uniwersalnej formie pamięci. Dalej podstawowa struktura konstrukcji jest zachowana – trzeba postawić hipotezę, wykonać kodowanie kodem naturalnym, ale teraz negatywna odpowiedź testu nie przerywa istnienia, tylko wskazywana jest jego wcześniej zakodowanym symbolem (na przykład: bólem).

Natychmiast powstaje problem dziedziczenia tej informacji i ewentualnej wymiany intensyfikującej takie zbieranie. Znalezienie na to sposobu może wykonać test podstawowy, ale może i nowy test niezabijający. Tak powstają dalsze kanały informacji dziedzicznej – behawioralny i symboliczny, które wskazuje Jabłonka i Lamb (2005).

Mechanizm populacyjny związany z wymianą genetyczną tworzy realne twory, jakimi są gatunek i mniej wyraźnie określone populacje. Podobnie na poziomie wymiany informacji symbolicznej (zapamiętanej w bardziej uniwersalnym nośniku) tworzy się realna kultura. Ma ona wszystkie cechy obiektu żywego (w środowisku biotycznym 5.6), także ewoluuje przez zbieranie informacji celowej definiującej jej cechy i fitness. Może być wyeliminowana, ale nie musi to oznaczać eliminacji jej nośników, jakim są tworzące ją fizyczne obiekty.

5.5. Reakcja na bodziec

W dotychczas rozwijanym modelu środowisko występuje jest jako kod, który ma być możliwie stały. Rozpatrujemy zmiany ewolucyjne i funkcjonowanie obiektu w dużych przedziałach czasu, gdzie założenie stałości kodu jest uzasadnione. Od tej stałości dopuściliśmy kilka odstępstw: Wpierw kod ulegał wyraźnej zmianie na barierze pojemności środowiska, następnie dopuściliśmy cykliczność kodu. Później dopuściliśmy przestrzenną niejednorodność środowiska, a na końcu podzieliliśmy je na wiele elementów – czynników. Jedynie reakcja na granice przestrzennego podziału na subśrodowiska wymagała krótkich czasów, na co jednak nie zwróciliśmy uwagi.

Czynniki środowiska, w tym osłaniany sygnał, też rozpatrywane były w ewolucyjnej skali czasu.

Wśród podstawowych cech obiektu gromadzonych jako informacja celowa są właściwe reakcje na bodźce ze środowiska oraz na wewnętrzne sygnały wynikające z funkcjonowania obiektu. Zjawiska te zachodzą w znacznie drobniejszej skali czasu, nie były dotąd analizowane.

Aby możliwie uściślić rozważania wyobraźmy sobie ewoluujący obiekt jako automat o K wejściach, na których pojawiają się sygnały s -stanowe. Na wyjściu pojawia się jakiś sygnał, który wskazuje wybraną reakcję. Ogólnie jest ona funkcją wejść, a one mają s^K stanów. Funkcję tą można przedstawić tablicą, ale taka postać sugeruje niezależność sąsiadujących stanów, co jest mało realne. Zwykle oczekujemy jakichś reguł wyliczających reakcję. Informacja celowa, jaką zebrał obiekt to wypełnienie owej tablicy wyjść tak, by reakcje prowadziły do większego stopnia zachodzenia celu.

Jabłonka (2002) podając definicję informacji biologicznej: „sygnał wejściowy jest informacją biologiczną, gdy obiekt może zareagować na niego celowo”⁶ dostrzega ją jedynie w „użytecznym” bodźcu. Czy oba te podejścia różnią się tak zasadniczo? Ogólnie informacja celowa to zapis przyczyny kodującej zadany skutek nazwany celem. Ten związek wskazanej przyczyny i celu został wcześniej sprawdzony. Sygnał wejściowy jest przyczyną przekształcaną w cel, to jest: bodziec jest przyczyną celowej reakcji. A więc mimo innej perspektywy skupiającej się na bodźcu, a nie na przekształceniu, podejście Jabłonki mówi to samo i informację biologiczną można utożsamiać z celową.

Ja jednak obstaję przy swojej perspektywie, choć traktowanie bodźca jako informacji celowej może być też naturalne. Trzeba jednak pamiętać, że ten sam bodziec ze środowiska przed wejściem do tego obiektu nie był jeszcze informacją celową. Bardziej złożona sytuacja występuje, gdy na wejściu pojawia się sygnał wysłany „intencjonalnie” przez inny współpracujący obiekt, na przykład w ramach kultury (5.4), lub jest to wewnętrzny sygnał w funkcjonującym obiekcie (na przykład głód), w zasadzie obejmuje on przypadek kultury.

Rozważanie pojedynczego bodźca albo zakłada niezależność reakcji od innych wejść, albo określony stan wszystkich pozostałych wejść. Obie te opcje są skrajne i w rzeczywistości reakcja zależy od wielu czynników wskazanych sygnałami na wejściach. Zbudowanie tablicy opisującej funkcję lub algorytmu realizującego tę funkcję nie jest proste. Zadanie to jest najładniej

⁶ Definicja wyrażona przy użyciu pojęć, które wprowadziłem. Oryginalnie: “a source becomes an informational input when an interpreting receiver can react to the form of the source (and variations in this form) in a functional manner. ... “Functional” is here used to mean the consistent causal role that a part plays within an encompassing mandesigned or natural-selection-designed system, a role that usually contributes to the goal-oriented behavior of this system.”

realizowane w ogólny sposób przez sieć neuronową (abstrakcyjną i biologiczną). Niewątpliwie jest to powód, który pozwala oczekiwać takiego mechanizmu w zbierających informację celową obiektach, a jego własności prowadzą do niezabijającego testu rozważanego w 5.4.

5.6. Środowisko biotyczne

W rozdziałach 3 i 4 wprowadziliśmy dokładniejszy opis środowiska, który ciągle spełnia założenie o pomijalności wpływu obiektu na środowisko. Wiemy, że jest to przybliżenie, które pozwala na odgraniczenie obiektu od środowiska i na stałość kodu niezbędną do utrzymania zebranej informacji celowej. Wiemy też, że badany proces prowadzi jednak do zmiany środowiska także jako kodu. Taka sytuacja występuje na barierze pojemności środowiska osiąganego w wyniku eksplozji ilościowej (I.3.6.5–7, patrz też III odcinek) i rzeczywiście prowadzi do spadku skuteczności informacji celowej.

Obecność w środowisku innych obiektów realizujących zbieranie informacji celowej, wynikające z ich rozmnażania, zmienia więc to środowisko. Odstępstwo to nazwijmy środowiskiem biotycznym. Nadal jednak można przyjmować, że wpływ rozważanego obiektu jest pomijalny, a te inne obiekty, choć może mają wspólnego przodka, są już niezależne (pomijamy mechanizm populacyjny (5.3)) i zdążyły stać się wyraźnie inne.

Co zmienia w dotychczasowych rozważaniach taka zmiana środowiska? W zasadzie prawie nic. Rozważany proces zmienił środowisko, część zebranej informacji celowej przestała być skuteczna, zmiany te będą dalej następować, ale mają charakter zbliżony do zmian środowiska abiotycznego – są względnie powolne. Na tyle powolne, że dostateczna część obiektów ogólnego procesu ciągle trwa i proces toczy się dalej. Pewne konary tego procesu zostają wyeliminowane, ale powstają inne, tak jak na poziomie obiektu. Całość przypomina rosnący fraktal, a porównanie to jest głębsze, jednak nie będziemy go teraz dyskutować. Nas interesują cechy obiektu, który dotrwał do naszych czasów. Dla mechanizmu zbierania przez niego informacji celowej nie ma znaczenia, czy środowisko jest także biotyczne, czy tylko abiotyczne.

Podstawowa różnica między środowiskiem biotycznym a abiotycznym, to zmiana rozkładu prawdopodobieństwa elementów, z którymi obiekt oddziałuje. W środowisku biotycznym pojawiają się nowe, różnorodne i złożone elementy, nieprawdopodobne w abiotycznym. Większa złożoność środowiska z jednej strony wymaga większej informacji, jak się w nim uchronić, czyli większej złożoności. Z drugiej strony, jeżeli nowe elementy są konieczne dla naszego obiektu, to w środowisku abiotycznym musiał je sam „zrobić”, a w biotycznym może je wziąć ze środowiska gotowe. Nie muszą to być jedynie substraty, mogą to być całe mechanizmy. W tej sytuacji obiekt może ulec uproszczeniu i zgubić znaczną część wcześniej zgromadzonej informacji

celowej. Tak właśnie ewoluują pasożyty. To tłumaczy małą długość zapisu informacji celowej u wirusów. Także to zjawisko tworzy problem z autopoietyczną definicją obiektu żywego Francisca Vareli i Humberta Maturany (1974), gdyż wszystkie obiekty cudzożywne „nie generują wszystkich elementów niezbędnych do ich regeneracji” podpadając pod przeciwieństwo – system allopoietyczny (Chodasewicz, 2015). Rozwiązaniem tego problemu jest odniesienie dozwolonych potrzeb do aktualnego środowiska, zawierającego także środowisko biotyczne. Wtedy jednak część systemów allopoietycznych zostaje wchłonięta przez systemy autopoietyczne, w tym przykładowa fabryka, a także wspomniane już (I.4.3.2) młotek i rower. Pomijając problem początku takich obiektów jak rower, młotek czy sierp (o tym będzie w dalszych odcinkach), traktowanie ich jako obiektów żywych wynika z możliwości, jakie daje środowisko skrajnie biotyczne. Ciekawym zadaniem (dla Czytelnika) jest prześledzenie drogi informacji cyklu i informacji dziedzicznej w takich przypadkach.

6. PODSUMOWANIE

Model zbierania informacji celowej zdefiniowany w I odcinku *Szkicu* został tu podzielony na dwie gałęzie: opisującą zmienność losową i zmienność kontrolowaną przez informację celową. Następnie obie te gałęzie zostały rozwinięte, a modele pogłębione. Model zmienności kontrolowanej dotyczący przekształceń obiektu rozbudowany został o cykl przemian obiektu i środowiska, oraz o przestrzenną i funkcjonalną niejednorodność środowiska. Tu informacja celowa przybrała postać informacji cyklu i występuje w różnych postaciach obiektu w zależności od fazy cyklu. Uwzględniając zmienność środowiska i zmienność losową obiektu model wskazał jeden z mechanizmów tworzenia się nowych kanałów informacji cyklu. Są one zamknięte w cyklu, ale nie są w pełni samodzielne. Uwzględniając rozmnażanie uzyskana została definicja informacji dziedzicznej, jako przekaz informacji cyklu do obiektu potomnego. Kanały informacji cyklu na odcinku przekazywania informacji dziedzicznej tworzą kanały informacji dziedzicznej, ale brak wymagania zamknięcia takiego kanału w cyklu a jedynie słabsze ograniczenia do czasu przekazywania informacji dziedzicznej sprawia, że nie każdy kanał informacji dziedzicznej jest kanałem informacji cyklu. Tego rozróżnienia raczej dotąd nie uwzględniano z braku odpowiedniego modelu. Proponowany model dziedziczenia i kanałów informacji dziedzicznej daje nowe, bardziej klarowne podstawy teoretyczne do prac Jabłonki. Zasygnalizowano też drugi mechanizm tworzący wyższe kanały informacji dziedzicznej, który wynika z możliwości powstania testów niezabijających i pamięci. W większości nie są to nowe, nieznanne dotąd zjawiska, a systematyzacja zjawisk znanych w proponowanym systemie pojęć i dedukcji.

BIBLIOGRAFIA

- G. J. Chaitin, *Algorithmic Information Theory*, Cambridge University Press, Cambridge 1987.
- K. Chodasewicz, *Między optylizmem a sceptycyzmem. Rozważania nad perspektywami uniwersalnej definicji życia*, „Studia Philosophica Wratislaviensia”, vol. V. Fac.1, 2010.
- _____, *Evolution, Reproduction and Definition of Life*, “Theory Biosci.” DOI 10.1007/s12064-013-0184-5, 2013a.
- _____, *Wieloraka realizacja i życie*, „Filozofia i nauka. Studia filozoficzne i interdyscyplinarne”, tom I, 2013b.
- _____, *Definiować czy nie? Współczesne kontrowersje na temat potrzeby i sposobu definiowania życia*. Kosmos (w druku) 2015.
- R. Dawkins, *The Selfish Gene*. Oxford University Press, New York 1976 lub *Samolubny gen*, Prószyński i S-ka, 2007.
- A. Gecow, *Szkic dedukcyjnej teorii ewolucji biologicznej*, w: *Materiały z III Ogólnopolskiego Sympozjum Biocybernetyki, Biomatematyki i Biotechniki*. PTC. 1975a.
- _____, *A Cybernetic Model of Improving and Its Application to the Evolution and Ontogenesis Description*, w: “Fifth International Congress of Biomathematics”, Paris, 1975b.
- A. Gecow, A. Hoffman, *Self-improvement in a Complex Cybernetic System and Its Implication for Biology*. “Acta Biotheoretica” 32, 1983, s. 61–71.
- A. Gecow, *From a “Fossil” Problem of Recapitulation Existence to Computer Simulation and Answer*. “”, “Inst. Computer Sci. Acad. Sci. Czech Rep.” 2005a, s. 189–201.
- _____, *Strukturalne tendencje w procesie udoskonalania*. W: *Materiały z I Sympozjum Krajowego CYBERNETYKA-83*. PTC Warszawa 1983.
- A. Gecow, M. Nowostawski, M. Purvis, *Structural Tendencies in Complex Systems Development and Their Implication for Software Systems*, “Journal of Universal Computer Science”, tom 11, nr 2, 2005b, s. 327–356.
- A. Gecow, *Structural Tendencies – Effects of Adaptive Evolution of Complex (Chaotic) Systems*. “Int. J. Mod. Phys. C”, tom 19, 2008a, s. 647–664.
- _____, *Statystyczne tendencje strukturalne w systemach wielkich a ontogeneza*. Rozprawa doktorska. Instytut Badań Systemowych PAN Warszawa 1986.
- _____, *Emergence of Chaos and Complexity during System Growth*, w: *From System Complexity to Emergent Properties*. M.A. Aziz-Alaoui, Cyrille Bertelle (red), Springer, Understanding Complex Systems Series, 2009a, s. 115–154.
- _____, *Emergence of Growth and Structural Tendencies During Adaptive Evolution of System*, w: *From System Complexity to Emergent Properties*, M.A. Aziz-Alaoui, C. Bertelle (red.), Understanding Complex Systems Series, Springer 2009b, s. 211–241.
- _____, *The Simple Model of Living Object as an Outside State of Statistical Stable Equilibrium, the Small Change Tendency in Adaptive Evolution*. w: *Modelling and Analysis of Complex Interacting Systems*. M.A. Aziz-Alaoui, C. Bertelle (red), DCDIS-B special issue 2009c, s. 515–533. (Zob. też trzeci artykuł z tej serii oraz: A. Gecow, *Obiekt żywy jako stan odchyłony od statystycznego stanu równowagi trwałej*. Materiały z I Sympozjum Krajowego CYBERNETYKA – 83, PTC Warszawa 1983.)
- _____, *A Certain Complexity Threshold during Growth of Functioning Networks*, CANS 8–10 Nov.08 Tg. Mures Romania IEEE CPS 2009d, s. 69–76.
- _____, *Algorytmy ewolucyjne i genetyczne, ewolucja sieci złożonych i model regulacji genowej a mechanizm darwinowski*, „Kosmos” 58, 2009e, s. 429–442.
- _____, *Ewa, Jablonka i Lamarck*, „Kosmos” 59, 2010a, s. 27–38
- _____, *More Than Two Equally Probable Variants of Signal in Kauffman Networks as an Important Overlooked Case, Negative Feedbacks Allow Life in the Chaos*, <http://arxiv.org/abs/1003.1988>, 2010b.
- _____, *Emergence of Matured Chaos During Network Growth, Place for Adaptive Evolution and More of Equally Probable Signal Variants as an Alternative to Bias p*.

- w: *Chaotic Systems*, E. Tlelo-Cuautle (red.), InTech, 2011, s. 280–310. ISBN: 978-953-307-564-8. Dostępne z: www.intechweb.org
- E. Jablonka, M. J. Lamb, *Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral and Symbolic Variation in the History of Life*, MIT Press, Cambridge 2005.
- E. Jablonka, *The Developmental Construction of Heredity*, “Dev Psychobiol.” 49(8), 2007, s. 808–817.
- E. Jablonka, G. Raz, *Transgenerational Epigenetic Inheritance: Prevalence, Mechanisms and Implications for the Study of Heredity and Evolution*, “Quart. Rev. Biol.”, 84, 2009, s. 131–176.
- S. A. Kauffman, *Metabolic Stability and Epigenesis in Randomly Constructed Genetic Nets*, “J. Theor. Biol.” 22, 1969, s. 437–467.
- _____, *Gene Regulation Networks: A Theory for Their Global Structure and Behaviour*, “Current Topics in Dev. Biol.” 6, 145, 1971.
- _____, *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, New York 1993.
- T. Mueller et al., *Social Learning of Migratory Performance*, “Science” 341, 999, 2013.
- I. Newton, *The Migration Ecology of Birds*, Academic Press, London 2008.
- M. Nowostawski, A. Gecow, *Identity Criterion for Living Objects Based on the Entanglement Measure*, w: *Semantic Methods for Knowledge Management and Communication*, Katarzyniak et al. (red.), “Studies in Computational Intelligence,” 381, 2011, s. 159–170.
- A. Pross, *Toward a General Theory of Evolution: Extending Darwinian Theory to Inanimate Matter*, “Journal of Systems Chemistry” 2011, 2, s. 1.
- W. Shearer, *The Atlantic Salmon*, Halstead Press, 1992.
- A. N. Sjewiercow, *Morfologiczne prawidłowości ewolucji*, PWN, Warszawa 1956.
- J. M. W. Slack, P.W.H. Holland, C. F. Graham, *The Zootype and the Phylotypic Stage*, “Nature”, tom 361, nr 6412, 1993, s. 490–492.
- F. G. Varela, H. R. Maturana., R. Uribe, *Autopoiesis: The Organization of Living Systems, its Characterization and a Model*, “BioSystems”, 5, 1974, s. 187–196.

HEREDITARY INFORMATION AND THEIR CHANNELS

ABSTRACT

The presented second part of the *Draft of the Deductive Theory of Life* cannot be understood without studying the first one, where the basic notions used here are defined. Inheritance is a transfer of collected purposeful information to descendant. The description of propagation of purposeful information is here broadened by the cycle of the object and environment, also the spatial and functional heterogeneity of environment. The description of hereditary channels needs to call the model of covering as structural tendency. The description of the theoretical base of this model will be a theme of next parts of the *Draft*; here only intuitive base is shown. Inheritance concerns a part of changeability controlled by purposeful information, but covering concern random part of changeability. The place in the *Draft* and mutual references of both these models are discussed. The model of inheritance proposed here is closely connected to works of Eva Jablonka. It offers more clear and formal theoretical bases for her results.

Keywords: deductive theory of life, inheritance, environment, object, hereditary channels.