

MARCIN J. SCHROEDER

Spór o pojęcie informacji

Wprowadzenie

Spory terminologiczne należą do najłatwiejszych w rozwiązywaniu, spory pojęciowe z kolei do tych najtrudniejszych. Te pierwsze mają miejsce, gdy chodzi jedynie o ustalenie konwencji w nazywaniu pojęć, których definicja, czyli wybór i sposób użycia wcześniejszych pojęć definiujących, nie budzi zastrzeżeń, a problem pojawia się tylko dlatego, że dany termin bywa używany przez różnych autorów w różnych kontekstach i znaczeniach. Jedną z możliwych wątpliwości dotyczy tego, która z konwencji została użyta w danym przypadku. Inne pojawiają się, gdy spór dotyczy wyboru pojęć definiujących, a pojęcie definiowane jest już w użyciu, ale bez precyzyjnego określenia jego znaczenia. Nie chodzi więc tylko o kwestie konwencji, ale o znalezienie pojęć najlepiej określających obiekt wspólnych zainteresowań spierających się stron.

Przykładem źródła pierwszego rodzaju sporów mogą być różnice w użyciu terminów „informatyka”, „informatologia”, „nauki komputerowe”, „nauka o informacji”. Pierwszy termin funkcjonuje dość powszechnie w różnych językach, ale jego znaczenie jest zróżnicowane. Często wywodzi się go z kombinacji słów „informacja” i „automatyka”, jednakowoż jest to tylko jedno z możliwych wytłumaczeń pojawiających się zazwyczaj w kontekście nauk komputerowych. Ponieważ w świecie anglojęzycznym nazwa dyscypliny nauk komputerowych (*computer science*) ma już ustaloną pozycję, użycie terminu „informatyka” jako alternatywy do „nauki

komputerowe” jest mylące i wydaje się niepotrzebną komplikacją. W języku angielskim końcówka *-ics* oznacza sztukę lub naukę czegoś i słowo *informatics* jest też kojarzone z nauką o informacji, a więc rozszerzoną dziedziną wiedzy, niekoniecznie ograniczoną do spraw dotyczących komputerów, przetwarzania danych czy automatyki.

Najczęściej dla uniknięcia nieporozumień spowodowanych kojarzeniem informatyki (*informatics*) z naukami komputerowymi (*computer science*) autorzy prac poświęconych ogólnemu pojęciu informacji klasyfikują je jako zaliczające się do nauk o informacji (*information science*), ale i tutaj łatwo o nieporozumienia, bo termin ten w świecie anglojęzycznym od dość dawna używany jest także jako uwspółcześiona wersja bibliotekoznawstwa (*library science*) [Schrader, 1984]. Z kolei polska nazwa „informatologia” nie tylko nie ma żadnego odniesienia do terminologii światowej (na przykład nie istnieje żadna dziedzina nazywana po angielsku *informatology*), ale, co ważniejsze, jest określana w popularnych źródłach typu Wikipedia (w języku polskim) jako dyscyplina związana z działalnością informacyjną, a więc w bardzo zawężonym zakresie znaczeniowym. Gdy więc pojawia się pytanie, jak zakwalifikować niniejszy artykuł, konieczne jest pewne – stosunkowo proste – uściślenie. Jego tematem jest pojęcie informacji rozumiane w bardzo ogólny sposób, podyktowany koniecznością rozważania pokrewieństwa zjawisk z bardzo odległych dziedzin wiedzy: od nauk komputerowych poprzez fizykę, kosmologię do biologii, kognitywistyki i nauk społecznych.

Ustalenie konwencji dotyczącej nazwy dyscypliny, której system pojęciowy jest przedmiotem mojego artykułu, nie było zadaniem trudnym. Celem prezentowanego artykułu jest przedstawienie istoty sporu o znaczenie pojęcia informacji, które poprzez swoją fundamentalną rolę determinuje wybór systemu pojęciowego wielu dziedzin pokrewnych. Rozwiązanie tego sporu jest warunkiem koniecznym dla wszelkich prób zaproponowania systemu pojęciowego, który umożliwiłby nie tylko ujednoczenie różnych wcześniejszych sposobów rozumienia terminu informacja, ale też rozumienia terminów pochodnych, takich jak integracja informacji, dynamika informacji, proces obliczeniowy, i jednocześnie pozwoliłby na rozwinięcie precyzyjnej i nietrywialnej teorii tych pojęć.

To drugie zadanie jest znacznie trudniejsze, bo nie chodzi w przypadku pojęć takich jak informacja o nadanie nazwy czemuś, co jest jednoznacznie rozumiane, ale nazywane na różne sposoby. Chodzi o to, żeby nadać precyzyjny sens terminowi, który jest używany w różnych dyscyplinach teoretycznych i ich praktycznych zastosowaniach w odniesieniu do zjawisk mających pewne wspólne cechy, ale jednocześnie bardzo zróżnicowanych. Co gorsza, określenie to jest także używane jako składowa złożonego terminu „teoria informacji” (*information theory*), który już od dawna uznawany jest za mylący [Bar-Hillel, 1964, s. 292].

Ponieważ w rozważaniach dotyczących pojęcia informacji nagromadziło się w ciągu ostatniego półwiecza dużo nieporozumień wpływających na sposób myślenia o i w informatyce, konieczne jest odwołanie do „archeologii” obecnie używanych systemów pojęciowych. Aby uniknąć powtarzania błędów z przeszłości, każda próba redefiniowania pojęcia informacji, czy też innych pojęć pokrewnych, powinna być poprzedzona krótką choćby refleksją nad filozoficznymi aspektami pojęć definiujących, nie tylko pojęcia definiowanego. Na tak przygotowanym gruncie można próbować tworzyć nowy system pojęciowy bez obawy zaplątania się w stare, nierozwiązane spory.

Celem artykułu jest przedstawienie tła sporu uzasadniającego próbę rozwiązania zaproponowaną w tekście pt. „Tożsamościowa koncepcja informacji” zamieszczonym w tym samym wydaniu pisma. Wielość prób definiowania pojęcia informacji jest konsekwencją nie tylko potrzeby ogólności, ale też wielu nieporozumień prowadzących do opisywanych tu kontrowersji definicyjnych. Dla jasności wyводу konieczne jest wyjaśnienie źródeł tych nieporozumień. Zrozumienie istoty sporu wymaga określenia istotnych różnic w formułowanych definicjach. Spośród wielu prób definiowania pojęcia informacji przedstawione lub wspomniane zostaną tylko te, które są znamienne dla głównych stanowisk. Szczególnie wyraźna jest linia podziału pomiędzy koncepcją informacji nawiązującą do selekcji (wyboru pomiędzy literami alfabetu, zróżnicowania czy wyróżnienia pewnych elementów spośród wielu) i do struktury, jako nośnika informacji. Z tego powodu temu właśnie podziałowi poświęcone zostanie najwięcej uwagi.

Źródła nieporozumień

Teoria, powszechnie zwana teorią informacji, którą Claude E. Shannon [1949] przedstawił jako teorię komunikacji, nie zajmuje się ani strukturalnymi cechami informacji, ani kwestiami dotyczącymi znaczenia informacji. Nie odnosi się ona też do żadnej wyraźnie sprecyzowanej definicji informacji. Jedyne jej związki z informacją wynika z przekonania, że gdy znamy rozkład prawdopodobieństwa wyboru elementów pewnego zbioru (nazywanego w oryginalnym kontekście alfabetem), możemy określić miarę czegoś, co może być interpretowane jako informacja „wyprodukowana” (określenie Shannona) przez taki wybór [Shannon, 1949, s. 18]. Entropia, jak zgodnie z sugestią Johna von Neumanna nazwał tę wielkość Shannon (przez analogię z fizyczną wielkością użytą przez Ludwiga Boltzmanna w jego statystycznej interpretacji termodynamiki), „odgrywa centralną rolę w teorii informacji jako miara informacji, wyboru i niepewności” [Shannon, 1949, s. 20].

Stwierdzenie, że entropia odgrywa główną rolę w teorii informacji, było w 1949 roku formułowane trochę „na wyrost”. W tamtym czasie trudno było mówić o teorii informacji jako już istniejącej, a nawet o powszechnie przyjętym pojęciu informacji. Dziesięć lat wcześniej Ralph Hartley [1928] opublikował pierwszy w historii tego pojęcia artykuł całkowicie poświęcony temu zagadnieniu, w którym zaproponował miarę informacji w kontekście jej przekazu opartą na rozważaniach fizycznych (w kontraście do tych określonych, jako psychologiczne). Miara zaproponowana przez Hartleya zwykle jest interpretowana jako specjalny przypadek entropii Shannona, gdy rozkład prawdopodobieństwa jest klasyczny.

Pewne elementy opisu miary informacji możemy znaleźć w artykule Leona Szilarda z 1929 roku, w którym podaje on wytłumaczenie Maxwellowskiego paradoksu demona łamiącego drugą zasadę termodynamiki, oparte na założeniu, że procesowanie informacji przez demona wymaga wzrostu fizycznej entropii w jego mózgu. Konsekwencją tego założenia był zwiázek pomiędzy informacją i entropią, odkryty ponownie przez Shannona, ale już w oderwaniu od fizycznego kontekstu.

Wybór entropii jako miary informacji miał wiele konsekwencji dla badań nad informacją, i to zarówno pozytywnych, jak i negatywnych. Wśród tych pierwszych wymienić należy powiązanie entropii ze zjawiskami fizycznymi i z pojęciem organizacji kolektywnych struktur fizycznych. Rudolf Clausius, wprowadzając fizyczną wielkość entropii, skojarzył ją ze stopniem organizacji kolektywnego systemu, takiego, jaki rozpatrywany jest w termodynamice. To właśnie doprowadziło Szilarda do rozpoznania związku pomiędzy informacją i entropią.

Skojarzenie to nie było jednak tak proste jak w przyszłej pracy Shannona. Demon Maxwella uzyskiwał informację kosztem wzrostu swojej entropii, co w bilansie termodynamicznym ratowało drugą zasadę. Zgodnie z rozumowaniem Clausiusa naturalne jest oczekiwanie, że wysoko zorganizowane systemy (o małej entropii) będą nośnikami dużej ilości informacji. Tymczasem wysoka wartość entropii oznacza, że fizyczny system jest chaotyczny, mało zorganizowany. W swojej krótkiej, ale niezwykle wpływowej książce poświęconej pytaniu „Co to jest życie?” Erwin Schrödinger [1945] wprowadził mylący twór „negatywnej entropii” jako dodatniej wielkości (bo spełniającej funkcję miary informacji albo zorganizowania), która miała mieć odwrotny („negatywny”) znak niż entropia, tak żeby jej zwiększenie korespondowało ze zwiększoną organizacją. To, że taka wielkość nie ma logicznego sensu (entropia nie może mieć ujemnej wartości, więc negatywna entropia nie może być dodatnia), nie było w rozważaniach Schrödingera istotne, bo dotyczyły one funkcji światła słonecznego jako czynnika umożliwiającego wzrost organizacji w populacjach organizmów (ewolucja biologiczna) i w indywidualnych organizmach (rozwój osobniczy) bez sprzeczności z drugą zasadą termodynamiki wykluczającą zmniejszenie entropii w izolowanym systemie. Łatwiej było założyć, że światło słoneczne dostarcza „negatywnej entropii”, bo w rzeczywistości proces ten pozwalał na obniżenie entropii wewnątrz biosystemu.

To, co było niezbyt poprawnym, ale drugorzędym uproszczeniem w książce Schrödingera, Leon Brillouin [1956] uczynił trwałym źródłem nieporozumień fizycznych w swojej książce *Science and Information Theory*, nadając mu skróconą nazwę „negentropy”, oderwaną od oryginalnego kontekstu rozwoju życia i wzrostu jego organizacji, do dzisiaj często uży-

waną w literaturze po to, żeby stworzyć wrażenie zgodności rozważań fizycznych z teorią Shannona. Nieporozumienie to pojawiło się w dość trywialny sposób, ale jego konsekwencje były poważne. Termodynamika postuluje fizyczną wielkość opisującą chaotyczność systemu (jest to właśnie entropia zwiększająca się wraz ze zmniejszeniem organizacji systemu), ale nie jego zorganizowanie. Informacja w kontekście biologicznym i fizycznym nie jest zrelatywizowana do komunikacji, ale charakteryzuje poszczególne systemy. Stąd niefortunny wybór „negatywnej entropii” jako miary zorganizowania. Shannon, zajmujący się problemami komunikacji, mógł użyć wielkości podobnej do fizycznej entropii (ale bez stałej mającej wymiar fizyczny), ponieważ był zainteresowany wyłącznie przekazem informacji, a nie informacją w danym systemie (fizycznym albo informatycznym) jako czynnikiem powiązany z organizacją. Koncepcja „negenotropii” utrwaliła błędne przekonanie, że wystarczy zmienić nazwę miary, aby uzyskać związek pomiędzy fizyką i informacją. Jednocześnie stworzyła fałszywe przekonanie, że entropia Shannona opisuje informację w systemach poza kontekstem komunikacji, trzeba jej tylko dodać przedrostek „neg-”.

Nieporozumienie może być łatwo wyjaśnione, gdy uznamy, że entropia nie jest miarą informacji zawartej w jakimś systemie poprzez jego zorganizowanie determinujące wybór elementów z pewnej wielości (charakteryzującej źródło, kanał informacyjny, system przechowujący lub rejestrujący informację, czy też jakikolwiek system fizyczny zdolny do tego, żeby być nośnikiem informacji), ale wielkością opisującą, ile informacji brakuje do tego, żeby można było jednoznacznie zidentyfikować rezultat wyboru, gdy znamy tylko rozkład prawdopodobieństwa [Schroeder, 2004]. Tak więc Shannon mógł użyć entropii jako miary przekazanej informacji, ponieważ opisuje ona, ile brakującej informacji na temat źródła dostarczyło dotarcie sygnału do odbiorcy. Sygnał przychodzący z całkowicie chaotycznego źródła z zupełnie nieprzewidywalnym wyborem znaków dawał oczywiście największy przekaz informacji, bo największy jest w tym przypadku jej deficyt. Ale przecież trudno przypisywać wysoką *informatyczność* takiemu źródłu poza kontekstem komunikacyjnym.

Ponieważ entropia w kontekście komunikacji opisuje nie informację w jakimś systemie, ale jej deficyt, tracimy jedyną w „teorii informacji” charakterystykę tego pojęcia. Wielkość, która opisuje brak czegoś, nie może być użyta do opisu tego, czego brakuje. Nie możemy oczekiwać, że dowiemy się czegokolwiek o strukturze czy zawartości informacji. Czy można więc powiedzieć, że jest to teoria informacji?

Odżegnanie się od rozważań semantycznych i przez Hartleya [1928, s. 536], jako subiektywnego elementu psychologicznego, i później przez Shannona, jako mało interesujących z punktu widzenia inżynierskiego, miało bardzo ważne konsekwencje. Główny zarzut pod adresem teorii rozwiniętej przez Shannona, jeśli miała być ona uznana za teorię informacji, był i jest słusznie kierowany przeciw jego deklaracji braku zainteresowania kwestiami semantyki i ograniczeniu się do spraw wyboru pomiędzy alternatywami:

Przesyłane wiadomości często mają znaczenie; to znaczy odnoszą się one do, lub są skorelowane zgodnie z pewnym systemem z jakimiś fizycznymi lub koncepcyjnymi bytami. Te semantyczne aspekty komunikacji są bez znaczenia dla problemu inżynierskiego. Istotnym aspektem komunikacji jest to, że rzeczywista wiadomość jest jedną *wybraną spośród zbioru* możliwych wiadomości. [Shannon, 1949, s. 3]

Decyzja Shannona o wykluczeniu z rozważań znaczenia przesyłanych wiadomości, a zatem i semantyki informacji, budziła zastrzeżenia od samego początku. Już trzy lata później, w 1952 roku, Yehoshua Bar-Hillel i Rudolf Carnap w swojej próbie stworzenia semantycznej teorii informacji (z jakich powodów nazywali oni swoją teorię teorią semantycznej informacji) wyraźnie stwierdzali, że nie ma podstaw do tego, żeby Shannonowską teorię komunikacji czy też teorię transmisji informacji traktować jako teorię informacji właśnie z powodu programowego wykluczenia zagadnień semantycznych [Bar-Hillel, 1964, s. 222]. Bar-Hillel poświęcił tej sprawie wiele uwagi w swoich późniejszych pracach, podkreślając, że częstość występowania znaków w tekście nie ma nic wspólnego z jego strukturą logiczną, a więc nie ma tutaj mowy o badaniu informacji [Bar-Hillel, 1952; 1955].

Ciekawe jest to, że w rozważaniach dotyczących semantyki informacji można znaleźć dużo dość podstawowych błędów popełnianych przez obie strony sporu. Bar-Hillel drwił z tego, że obrońcy pozycji Shannona, tacy jak na przykład E. Colin Cherry [1951, s. 383], twierdzą, iż „semantyka leży poza zakresem matematycznej teorii informacji”, ale kilka stron dalej, gdy mowa jest o kodowaniu informacji, snują rozważania o tym, że w procesie rozwiązywania równań nie dostajemy nowej informacji, wyraźnie nawiązując do informacji zawartej w równaniach, która ma charakter semantyczny [Cherry, 1951, s. 389]. Z kolei Bar-Hillel i Carnap, tworząc swoją teorię semantycznej informacji, nie zauważają, że ich teoria nie dotyczy semantyki informacji, ale raczej syntaktyki. Dokonana przez nich ucieczka od zagadnienia semantyki ukryta jest w niewinnie brzmiącym zdaniu następującym po wyjaśnieniu, że zawartość zdania jest definiowana jako klasa stanów wszechświata wykluczonych przez dane zdanie. Fragment ów brzmi: „Z powodów technicznych wolimy mówić o *opisie-stanu* niż o *stanie*”. Od tego miejsca trudno mówić o rozważaniach semantycznych gdyż autorzy koncentrują się wyłącznie na syntaktycznych relacjach w tekstach opisujących stan rzeczywistości, a nie na relacji tego opisu do rzeczywistości [Bar-Hillel, 1964, s. 299; Schroeder, 2012a].

Znamienne jest to, że nawet zagorzali zwolennicy i popularyzatorzy teorii Shannona byli początkowo bardzo ostrożni w stosowaniu wyrażenia „teoria informacji” (nie mówiąc już o samym Shannonie, któremu nawet Bar-Hillel przyznawał powściągliwość w sposobie wyrażania). John R. Pierce we wstępie do wznowienia książki z 1961 roku zatytułowanej *Symbols, Signals and Noise: The Nature and Process of Communication* [Symbole, sygnały i szum: natura i proces komunikacji] wydanej ponownie w 1980 roku ze zmienionym tytułem *An Introduction to Information Theory: Symbols, Signals and Noise* [Wstęp do teorii informacji: symbole, sygnały i szum] popularyzującej „wieloletnią wartościową pracę Shannona” pisał: „Nie próbowałem zastąpić wszędzie *teorii komunikacji* (wyrażenie Shannona) *teorią informacji*, terminem, którego użyłbym dzisiaj” [1980, s. VII].

Oczywiście fakt, że teoria rozwinięta przez Shannona nie mówi nam wiele o pojęciu informacji, ale raczej o transmisji sygnałów, czy jak kto

woli – transmisji informacji, nie umniejsza jej olbrzymiej roli w teoretycznej analizie systemów komunikacyjnych i w jej rozległych zastosowaniach praktycznych. Dodatkowo, dzięki Shannonowi, koncepcja informacji stała się jednym z głównych tematów badań naukowych, których wątkiem przewodnim było popularne również obecnie pytanie „Co to jest informacja?”. Dziesięć lat temu Luciano Floridi stwierdził z emfazą:

Jest to najtrudniejsze i centralne pytanie w Filozofii Informacji. Informacja jest ciągle złudnym pojęciem. Jest to skandaliczne nie samo przez się, ale dlatego, że tak wiele fundamentalnej pracy teoretycznej opiera się na wyraźnej analizie i wyjaśnieniu informacji oraz jej pojęć pokrewnych. [Floridi, 2004, s. 560]

Widać więc wyraźnie, że oparcie koncepcji informacji na odpowiednio ogólnych podstawach filozoficznych i zdefiniowanie jej w precyzyjnie ustalonym systemie pojęciowym jest konieczne nie tylko dla zrozumienia samej koncepcji, ale też dla poszukiwania rozwiązań wielu problemów dotyczących innych, pokrewnych pojęć, takich jak integracja informacji, jej dynamika czy proces obliczeniowy (*computation*). Dotychczas jednak różnice pomiędzy próbami formułowania definicji wyglądały na zbyt radykalne, by te próby mogły prowadzić do ujednoczonego systemu pojęciowego.

Próby definiowania informacji

Większość definicji informacji tworzona była w przekonaniu, że im ogólniejsze jest pojęcie, tym prostsze, zdroworozsądkowe powinno być jego określenie. Tak więc dwie najpowszechniej wspominane definicje odwołują się do intuicji i języka codziennego. Pierwsza, której autorstwo trudno jest ustalić jednoznacznie, gdyż pojawiała się i pojawia się nadal zazwyczaj jako interpretacja stwierdzeń Shannona w popularyzujących jego teorię artykułach i książkach, utożsamia informację z eliminacją lub redukcją niepewności („uncertainty”). Rzeczywiście Shannon [1949, s. 20] odwołuje się do informacji i niepewności, ale pisze, że entropia mierzy i jedno, i drugie, a więc nie ma mowy o żadnej redukcji albo eliminacji. Popularyzatorzy musieli mieć na myśli to samo, co Warren Weaver w komentarzu

umieszczonym wraz z przedrukiem artykułu Shannona z 1948 roku w książce *The Mathematical Theory of Communication* wyraził słowami: „Koncepcja informacji rozwinięta w tej teorii na początku wydaje się rozczarowująca i osobliwa [...], ponieważ w jej statystycznych terminach dwa słowa *informacja* i *niepewność* okazują się partnerami” [Weaver, 1949, s. 116]. Stąd pewnie wynikały te późniejsze interpretacje, usuwające poczucie osobliwości, stwierdzające, choć wbrew temu, co pisał Shannon, że informacja jest usunięciem niepewności [Pierce, 1980, s. 24].

W komentarzu Weavera nie znajdziemy takiej interpretacji, ale za to pojawiają się tam stwierdzenia, które mogą budzić jeszcze większe wątpliwości. Na przykład pisze on: „informacja jest miarą wolności wyboru, gdy ktoś wybiera wiadomość” [Weaver, 1949, s. 100], a także: „Wielkość, która jednoznacznie spełnia naturalne wymagania, jakie stawiane są ‘informacji’, okazuje się być dokładnie tym, co znane jest w termodynamice, jako entropia” [Weaver, 1949, s. 103]. Widać więc, że dla niego informacja i jej miara to to samo, choć takie rozumienie informacji jest błędne.

Odwoływanie się do niepewności, czy też nieoznaczoności (oba polskie terminy mogą być uznane za odpowiednik angielskiego *uncertainty*), czyni pierwszą z popularnych definicji albo bardzo ograniczoną, albo po prostu niepoprawną. Gdy niepewność rozumiemy jako stan psychologiczny ludzkiego umysłu, informacja nabiera bardzo subiektywnego charakteru o wąskim zakresie zastosowań. Nieoznaczoność nie pomaga tu wcale, bo jest jasne, że nie chodzi autorom takich wyjaśnień o statystyczną wielkość standardowego odchylenia albo podobnej miary nieoznaczoności. W najlepszym wypadku można się tutaj odwoływać do nieco ogólniejszych rozważań dotyczących wiedzy (niekoniecznie jako pojęcia psychologicznego, ale dopuszczając jej socjologiczny aspekt). Nie poszerza to jednak zakresu zastosowań tak zdefiniowanej koncepcji informacji poza sferę ludzkiej działalności. Gdy chcemy mówić o niepewności czy nieoznaczoności w bardziej ogólnym sensie, oznacza to tyle samo, co brak informacji. No a definicja „informacja jest eliminacją braku informacji” jest oczywistym przykładem błędu logicznego.

Niepewność, czy nieoznaczoność, nie są koncepcjami o bogatej tradycji filozoficznej, takiej jak tradycja studiów nieokreśloności czy indetermi-

nizmu, choć doczekały się ciekawych opracowań jeszcze przed rozwojem studiów nad informacją, zazwyczaj w kontekście analiz dotyczących subiektywnego pojęcia prawdopodobieństwa [Knight, 1921]. W każdym razie i niepewność, i nieoznaczoność w tradycji filozoficznej były i są pojęciami epistemologicznymi, nie ontologicznymi. Właśnie dlatego nazwa Zasady Nieoznaczoności Heisenberga jest krytykowana, jako niewłaściwa, choć ma ona historyczne uzasadnienie gdyż Heisenberg, wprowadzając ją do fizyki w 1927 roku, wierzył jeszcze, że można ją wytłumaczyć jako efekt wpływu czy ingerencji obserwacji na przebieg zjawiska. Tak więc użycie pojęć niepewności czy nieoznaczoności w definicji i tak zubożyłoby pojęcie informacji, nawet jeśli uznamy, że ich znaczenie może być wyjaśnione bez odwoływania się do braku informacji.

Podobne zastrzeżenia można mieć wobec prób uzasadnienia użycia pojęć niepewności czy nieoznaczoności w definiowaniu informacji, wywodząc je z problematyki złożoności (*complexity*) i teorii systemów [Klir, 2005]. Obecnie przyjęty szeroki zakres użycia koncepcji złożoności pokazuje, że nie sposób jej rozważać bez odwoływania się do wcześniejszego pojęcia informacji [Rescher, 1998; Schroeder, 2013c]. Tym bardziej jest to widoczne, gdy w celu uniknięcia odwoływania do pojęcia informacji pojęcie systemu zawężone zostaje do bardzo specyficznej dziedziny rozważań, jak na przykład w definicji:

W ogólności, systemy są uznane za relacje pomiędzy stanami pewnych zmiennych. W każdym systemie relacja jest użyta w pewien celowy sposób dla zdeterminowania nieznanych stanów jednych zmiennych na podstawie znanych stanów innych zmiennych. [Klir, 2005]

Druga, ostatnio jeszcze bardziej popularna definicja informacji pochodzi z prac Gregory'ego Batesona, który wielokrotnie odwoływał się do koncepcji informacji jako „różnicy, która robi różnicę” [Bateson, 1988; 1990]. Na pewno do popularności tej definicji przyczyniły się jej prostota i intuicyjność. Ale i jedno (zbytne uproszczenie), i drugie (brak wyraźnej artykulacji znaczenia) są też powodem, dla którego można mieć do niej duże zastrzeżenia. Przede wszystkim, problematyczne jest użycie idiomu „robienia różnicy” i to nie tylko z rygorystycznego punktu widzenia logiki,

w której użycie idiomów jest nieakceptowalne. Jest to kolokwializm wyrażający ważność, wartościowanie według jakiejś skali wartości. A więc wbrew pozorom definicja ta jest dość wąska. Jej zwolennicy w bardziej ogólnych kontekstach odwołują się do możliwości interpretacji dosłownej, czyli rozumienia informacji jako różnicy, która powoduje jakąś inną różnicę. Tak też zresztą robi Bateson, który w zależności od kontekstu swoją definicję reformułował na różne sposoby poprzez dodatkowe wyjaśnienia i komentarze, i czasem odwoływał się do związków przyczynowych tłumaczących, jak jedna różnica może „robić” inną różnicę. W ten sposób, poprzez dowolność interpretacji, a więc brak precyzji, można pomieścić w tak mgliście określonym pojęciu bardzo różne poglądy. Nic więc dziwnego, że wielu badaczy gotowych było zaakceptować Batesonowską „różnicę, która robi różnicę”, dodając rozmaite własne uściślenia prowadzące do często bardzo różnych pojęć informacji.

Pod jednym względem podejście Batesona góruje nad próbami odwoływania się do niepewności. Pojęcie różnicy nie jest bardzo głębokie filozoficznie, ale nie jest też zupełnie trywialne, a można je znaleźć w zanegowanej, więc ukrytej postaci w wielu dyskusjach filozoficznych nawet w bardzo odległej przeszłości w kontekstach o dużym znaczeniu dla całej filozofii, takich jak identyczność („statek Tezeusza”) czy jedność i wielość (*Parmenides* Platona), Występuje ono także w Arystotelesowskiej postaci definiowania pojęć ogólnych odwołującej się do rodzaju (*genus*) i różnicy (*differentia*) pomiędzy gatunkami (*species*). Pojawia się tu jednak pewien problem – sama różnica (*differentia*) nie wystarczy do zdefiniowania czegokolwiek. A więc wyraźnie brakuje elementu jednoczącego wielość gatunków w jedność rodzaju, gdybyśmy chcieli rozważać różnicę w ten sposób. Czyli konieczne jest powiązanie wielości z jednością.

Dla jasności wywodów prezentowanych w artykule „Tożsamościowa koncepcja informacji” ważne będzie zauważenie, że Bateson miał pełną świadomość powiązania jego luźnej koncepcji różnicy z wielością. Píše o tym następująco:

W celu wyprodukowania wiadomości o różnicy, to znaczy informacji, muszą istnieć dwa byty (rzeczywiste lub wyimaginowane), takie, że różnica pomiędzy nimi

jest immanentna w ich wzajemnej relacji; i to wszystko musi odbywać się tak, że wiadomość o ich różnicy może być reprezentowana jako różnica w jakimś bycie procesującym informację, takim jak mózg lub komputer. [Bateson, 1988]

Batesonowskie skojarzenie informacji z różnicą nie jest wyjątkiem, choć obecna popularność tego poglądu jest na pewno zasługą (albo winą) Batesona. Pewne podobieństwo w sposobie myślenia można znaleźć u Roberta Ayresa [1994], który wyjaśnia swoje stanowisko następująco: „Dokładniej, zawartość informacyjna podsystemu (lub ucieleśniona w podsystemie) jest proporcjonalna do stopnia, w którym może on być wyróżniony ze swojego otoczenia”. Widać tutaj nie tylko odwołanie do różnicy, ale też do selekcji, obie bowiem są składnikami terminu „wyróżnienie”. Definicja ta w pierwszym momencie może wydawać się poprawna i precyzyjna, ale byłaby taką, gdyby Ayres poprzedził rozważania dotyczące pojęcia informacji wyjaśnieniem czy też definicjami terminów „system”, „podsystem”, „otoczenie”. Dodatkowo, jest tutaj mowa tylko o „zawartości informacyjnej” i o tym, że jest ona proporcjonalna (a więc jest to wielkość) do stopnia, w którym podsystem może być wyróżniony. Tak więc naprawdę nie ma tutaj żadnej definicji informacji, a tylko sposób jej charakteryzowania poprzez wyróżnianie spośród wielości, a więc poprzez selekcję. Różnica w stosunku do sposobu myślenia Shannona jest wyraźna, bowiem w tym przypadku sposób wyróżniania (selekcji) może być oparty na cechach strukturalnych.

Istnieje tak wiele różnych (mniej lub bardziej poprawnych formalnie) definicji informacji, że bezcelowe byłoby robienie przeglądu wszystkich. Warto jednak spojrzeć na wybór przykładów, by zauważyć, jak szeroki był zakres prób określenia tego pojęcia i jakie były zasadnicze podziały w sposobie myślenia o informacji. Możemy więc na przykład wyróżnić dwie sprzeczne tendencje: jedną do formułowania definicji bardzo ogólnych, drugą prowadzącą w kierunku zawężania pojęcia. Często pod presją intuicyjnego poczucia wymogu daleko idącej ogólności autorzy wydają się obezwładnieni trudnością w formułowaniu definicji. Na przykład trudno uznać za definicję stwierdzenie, że „Informacja jest produkowana przez jakiegokolwiek procesy i to właśnie wartości charakterystyk rezultatów tych

procesów są informacją” pochodzące z pracy R.M. Losee [1997], zapowiadającej swym tytułem niezależną od dyscypliny zastosowania definicję informacji. Trudno też zgodzić się z koncepcjami takimi jak zaproponowane przez Johna R. Searle’a [1997, s. 205] określenie „[...] informacja zależy od obserwatora. Informacją jest wszystko to, co możemy liczyć albo wykorzystywać jako informację”, albo z kapitulacyjnym podejściem M.K. Bucklanda [1991]: „Naszą konkluzją jest, że nie możemy powiedzieć z pewnością o niczym, że nie może to być informacja”. Searle, co prawda, zaczyna od nieuzasadnionego zawężenia pojęcia do obserwatora, ale potem dopuszcza wolny wybór poprzez błędne koło odwoływania się do informacji, cokolwiek by ona była dla tego obserwatora. Jeszcze trudniejszy do zaakceptowania, bo destruktywny, jest pogląd Bucklanda. Jeśli wszystko może być informacją, nie ma sensu wprowadzać takiego pojęcia.

Podczas gdy zbyt uogólnienie koncepcji informacji jest destrukcyjne, bo podważa sens jej definiowania, zbyt wąskie jej ujęcie czyni informację mało interesującą z filozoficznego punktu widzenia. Obecna wiedza na temat rozmaitych typów zjawisk (opisywanych przez różne dziedziny wiedzy) wykazujących szereg podobieństw do klasycznych przykładów zjawisk informacyjnych wskazuje na to, że informacja może odgrywać rolę pomostu pomiędzy fragmentarycznymi opisami rzeczywistości. Z tego powodu definicje informacji zawężone do poszczególnych dziedzin, choć poprawne i użyteczne w pewnych zastosowaniach, mogą być, co najwyżej, traktowane jako tymczasowe i nie będą tutaj wspomniane. Przede wszystkim wykluczenie to dotyczy pojęć informacji ograniczonych w sposób istotny do kontekstu naturalnego lub formalnego języka, czy też definiowanych poprzez bliżej nieokreśloną koncepcję danych (*data*). Takie sformułowania odegrały swoją historyczną rolę (tak jak na przykład nie do końca udana próba sformułowania teorii semantycznej informacji przez Bar-Hillela i Carnapa okazała się ważna dla studiów nad informacją), ale wszelkie ograniczenia wynikające ze specyfiki języka wykluczają pewną klasę zjawisk informatycznych podobnych w niektórych aspektach do zjawisk językowych. Przykładem może być biologia, w której metafora języka była użyteczna na wcześniejszych etapach studiów genetycznych, ale nie wystarcza do bardziej całościowego zrozumienia życia.

Ci, którzy bronią ograniczenia informacji do sfery językowej, zazwyczaj czynią to poprzez sztuczne uogólnienia języka, tak aż staje się on tylko klasą ciągów elementów pewnego zbioru (alfabetu) bez żadnej określonej struktury typowej dla autentycznych języków. W ten sposób można osiągnąć konieczny poziom abstrakcji, ale cały związek z językiem zostaje utracony. Oczywiście, każda sensowna koncepcja informacji i wynikająca z niej teoria powinna zawierać koncepcję informacji sformułowaną w kontekście języka jako swój specjalny przypadek. Nie ma jednak żadnego rozsądnego powodu, żeby relatywizować ogólne pojęcie informacji do obszaru komunikacji językowej.

Innego rodzaju zawężenie znaczenia pojęcia informacji, choć idące nie tak daleko jak to, w którym informacja dotyczy wyłącznie funkcji języka, polega na ograniczeniu informacji do przekazu lub reprezentacji. To pierwsze ograniczenie, nazywane *conduit metaphor*, jest przedstawiane jako rozszerzenie rozważań informacyjnych poza język na inne środki przekazu, ale bez zasadniczej zmiany językowego schematu generowania, przekazywania i odbierania pewnej wiadomości [Day, 2000]. Tak więc w dalszym ciągu, tak jak w teorii komunikacji Shannona, mamy do czynienia z wiadomością, tyle że z dopuszczeniem szerszej klasy jej form niekoniecznie w czysto językowej postaci. W dalszym ciągu jednak zawężenie to jest zbyt silne, żeby zagwarantować pojęciu informacji należne mu miejsce w filozofii i nauce.

Jeszcze większe rozszerzenie, choć raczej niewystarczające, niewymagające w otwarty sposób trójczłonowego schematu (generowania, przekazywania i odbierania), jest nazywane reprezentacyjną teorią informacji. Mamy więc w opisie informacji jakieś obiekty, a informacja o nich jest albo zawarta w nich samych, tak że może je reprezentować, albo jest czymś zewnętrznym reprezentującym te obiekty. Na pierwszy rzut oka wygląda to całkiem sensownie. Automatycznie rozwiązaniu ulega problem semantyki. Znaczenie informacji jest tym, co ona reprezentuje, czyli obiektami, od których zaczęliśmy określenie pojęcia informacji. Ale propozycja ta wygląda satysfakcjonująco tylko do czasu, dopóki nie zauważymy, że jest to tylko ukryta forma *conduit metaphor*. Reprezentacja wymaga odbiorcy i jest od niego zależna, a więc znów występuje tu trójczłonowość

(obiekt, jego reprezentacja, odbiorca). To, co jest reprezentacją pewnego obiektu dla jednego odbiorcy, będzie reprezentacją czegoś innego dla drugiego. Nie ma tutaj ucieczki od komunikacyjnego trójczłonowego schematu. Gdy więc twierdzi się, że reprezentacyjna teoria informacji wykracza poza *conduit metaphor*, nie jest to prawda. Nie można też twierdzić, że jest ona najbardziej ogólna. Hasło zwolenników tego podejścia „Nie ma informacji bez reprezentacji!” jest w oczywisty sposób bezpodstawne, gdy jest ono rozumiane jako stwierdzenie uniwersalne. Pytanie dotyczy tylko tego, jak bardzo zubożony jest powyższy schemat.

Najbardziej wpływowym rzecznikiem reprezentacyjnej teorii informacji był David M. Mackey, który w pracy *Information, Mechanism, and Meaning* pisał:

Ogólna teoria informacji zajmuje się problemem miary zmian wiedzy. Jej fundamentem jest fakt, że możemy *reprezentować* to, co wiemy, za pomocą obrazów, logicznych stwierdzeń, symbolicznych modeli, czy cokolwiek. Proces otrzymywania informacji powoduje zmianę w symbolicznym obrazie lub *reprezentacji*, której możemy użyć, żeby opisać to, co wiemy. [...] Rzeczywiście, tematem ogólnej teorii informacji, można powiedzieć, jest tworzenie reprezentacji. [Mackey, 1969, s. 42]

Definicja informacji prezentowana w podsumowaniu jego książki brzmiała: „Informacja może być zdefiniowana w najogólniejszym sensie jako to, co *dodaje do reprezentacji*” [Mackey, 1969, s. 163].

Mackey wyróżniał trzy rodzaje miary zawartości informacji. Metryczna zawartość informacji jest „miarą wagi świadectwa reprezentacji”, selektywna zawartość informacji jest „miarą nieprzewidywalności reprezentacji”, a strukturalna zawartość informacji jest „liczbą niezależnych charakterystyk albo stopni swobody reprezentacji” [Mackey, 1969, s. 176]. Widać więc, że podejście Mackeya powraca do Shannonowskiego rozumienia informacji, ukrywając to jednak poprzez zamianę terminu „wiadomość” na termin „reprezentacja”.

Istnieje jeszcze jedna klasa koncepcji informacji, zupełnie niezależna od teorii Shannona, czy nawet wobec niej antyetyczna, nienawiązująca do kwestii komunikacji czy języka, a historycznie bardziej pierwotna, bo ma-

jąca źródła w filozofii scholastycznej. Słowo „informacja” wywodzi się ze scholastycznej refleksji nad relacją pomiędzy Arystotelesowymi składnikami substancji: materii i formy. Ponieważ warunkiem istnienia w najbardziej podstawowym znaczeniu jest powiązanie tych dwóch składników, naturalne staje się pytanie o proces generowania bytu. Ponieważ materia sama w sobie była uznana przez Arystotelesa za pasywną stronę bytu, zainteresowanie filozofów skierowało się w stronę „informowania materii”, czyli, jak powiedzielibyśmy dzisiaj, nadawania jej formy. Tak więc dla scholastyków informacja była tym, co nadaje formę materii przy generowaniu bytu i co czyni obiekt poznawalnym.

Oczywiście, nawet obecnie często używane jest określenie materializacji idei albo formy, więc i taki dualny proces był rozważany, choć w oryginalnej scholastycznej refleksji filozoficznej miał on znaczenie nadawania indywidualności obiektom, bez żadnych obecnych asocjacji z fizycznymi charakterystykami materii. Fizyczna koncepcja materii, powszechna w XVIII i XIX wieku, była rezultatem powrotu zainteresowania ideami Demokryta zawartymi w refleksji epikurejskiej, obcymi myśli scholastycznej.

Przez kilkaset lat koncepcja informacji pozostawała nieobecna w filozoficznych rozważaniach, więc bezpośredni wpływ myśli scholastycznej na współczesne jej rozumienie był znikomy. Nie oznacza to jednak braku wpływu pośredniego, głównie tego związanego z zagadnieniami geometrycznymi. Oryginalna koncepcja formy zawierała wyraźne asocjacje ze strukturą geometryczną obiektów poznania. Refleksja nad informacją ogniskowała się więc nie na formie, ale na strukturze, najczęściej właśnie w sensie geometrycznym.

Istnieją oczywiście współczesne próby bezpośredniego odwoływania się w studiach nad istotą informacji, nie tylko w terminologicznym sensie, do filozoficznej koncepcji formy. Przykładem może być studium Paula Younga [1987], w którym pisze on: „[...] w dosłownie każdym przypadku to, co znamy jako informację, jest dokładnym ekwiwalentem tego, co tradycyjnie było nazywane formą”. Nie jest on jednak zupełnie konsekwentny w swoich stwierdzeniach. Na tej samej stronie Young zauważa: „[...] informacja musi być widziana jako przepływ masowo-energetycznych form”, a kilka stron dalej: „Jest jednak jasne, że informacja i forma nie są

po prostu równoważne. Podczas gdy wszystkie procesy informatyczne okazują się działaniami formy, odwrotne twierdzenie nie jest prawdziwe”. Gdy w końcu Young pisze:

[...] prędko okaże się to oczywistym, że we wszystkich informacyjnych procesach w fizycznych, chemicznych i biologicznych systemach, informacja przechowana, transmitowana czy manipulowana jest identyczna z tą lub inną spośród powyższych definicji formy – kształtem, konfiguracją, wzorem, aranżacją, porządkiem, organizacją lub relacją – tak, że czymkolwiek informacja jest, okazuje się być we wszystkich znaczeniach zjawiskiem dotyczącym formy,

widać, że tak naprawdę nie myśli o formie w jej tradycyjnym, filozoficznym sensie, ale po prostu o strukturze.

Wspomniany powyżej drugi główny nurt studiów nad informacją dotyczył idei struktury jako nośnika informacji. Zaniedbanie strukturalnych aspektów informacji przez Shannona było jednym z zarzutów Bar-Hillela. Nie jest to jednak obiekcja w pełni uzasadniona. Shannon próbował uwzględnić strukturalne aspekty tekstu, ale te próby nie miały wielkich szans powodzenia. Cała wstępna część jego artykułu była poświęcona rozważaniom na temat odtworzenia struktury języka poprzez opisanie tworzenia tekstu jako procesu stochastycznego. Próbował on dokonywać statystycznej analizy tekstu poprzez rozważanie prawdopodobieństw warunkowych coraz dłuższych sekwencji liter, niestety, bardzo szybko natknął się na barierę obliczalności. Obecnie jest to już dość oczywiste, że analiza struktury tekstu w terminach probabilistycznych może być przydatna w kryptografii, ale nie prowadzi do żadnych interesujących rezultatów konceptualnych.

Idea struktur językowych powiązanych z logiką jako nośników informacji była myślą przewodnią podejścia Bar-Hillela i Carnapa do semantyki informacji, ale i tutaj sukces okazał się znikomy. Jak wspominałem, w rzeczywistości ich teoria nie dotyczyła semantyki, ale relacji wykluczania się pewnych zdań (opisów stanu świata), a więc relacji syntaktycznych. W kwestiach syntaktyki informacji najważniejsze rezultaty zostały już wcześniej uzyskane przez Alana Turinga. Jego teoria procesów obliczeniowych (*computation*) w postaci teoretycznego tworu a-maszyny, czyli

maszyny Turinga, dotyczyła właśnie struktur językowych analizowanych w terminach funkcji rekurencyjnych na liczbach naturalnych. Nie było tu żadnej potrzeby odwoływania się do prawdopodobieństwa wyboru liter, bo maszyna dokonywała tych wyborów (w jej oryginalnej wersji) w sposób deterministyczny. Najważniejszym krokiem w analizie Turinga było pokazanie, że możliwe jest stworzenie uniwersalnej maszyny, która jest w stanie wykonywać wszelkie obliczenia na podstawie otrzymanej z zewnątrz początkowej konfiguracji znaków na taśmie (dzisiaj nazywamy to programem), czyli w oparciu o informacje dostarczone spoza urządzenia. Stąd już jeden krok do koncepcji wprowadzonych niezależnie przez Andrieja N. Kołmogorowa [1965] i Gregory'ego Chaitina [1966] mówiących o tym, jak mierzyć informację zawartą w sekwencji znaków na taśmie maszyny Turinga. Jest to po prostu rozmiar minimalnej sekwencji znaków na taśmie uniwersalnej maszyny Turinga, która da, jako rezultat procesu obliczeniowego, daną sekwencję. Znow więc mamy do czynienia z pewną miarą, nadal jednak nie wiemy, miarą czego. Oczywiście po „rewolucji Shannonskiej” wiedzieliśmy, że sekwencja znaków odnosi się do informacji. Ta nowa miara jest najczęściej określana jako miara złożoności algorytmicznej (*algorithmic complexity*), a termin „złożoność” odnosi się w naturalny sposób do struktury. Pojawiło się więc nowe narzędzie ilościowej analizy strukturalnych charakterystyk informacji. Problem jednak w tym, że w dalszym ciągu nie otrzymaliśmy odpowiedzi na pytanie „Co to jest informacja?”. Oczywiście, zwolennicy technologii komputerowych lekceważą często ważność takiego pytania. Informacja to dane, czyli sekwencje znaków na taśmie maszyny Turinga. Twierdzą stanowczo, że nie ma potrzeby szukać dalej. Tak jak i w przypadku teorii Shannona, i tutaj mamy paradoksalną sytuację. Całkowicie przypadkowa sekwencja znaków ma nie tylko niezerową miarę złożoności algorytmicznej, ale ta miara jest większa niż podobnej długości sekwencja posiadająca znaczenie. Trafnie skrytykował tę osobliwość Gell-Mann [1995].

Strukturalne formy informacji niekoniecznie są skończonymi ciągami znaków pewnego alfabetu. Zainteresowanie strukturalną teorią informacji miało różne formy. Widać to już we wspomnianej książce Younga. Cza-

sem, jak w podejściu N.J. Belkina i S.E. Robertsona [1976], relacja z pojęciem struktury nie jest jednoznaczna:

Informacja jest tym, co jest zdolne do transformacji struktury [...]. Struktura powinna być rozważana raczej jako kategoria, niż jako concept; to znaczy, ma ona uniwersalne zastosowanie (w pewnym sensie wszystko ma strukturę).

Nawet jeśli założymy, że struktura jest pojęciem kategoryalnym (posiadającym najwyższy poziom ogólności, a więc niedefiniowalnym), co samo w sobie nie musi być problematyczne, pozostaje kwestia tego, czym jest transformacja struktury, szczególnie jako pojęcia kategoryalnego, i jeszcze większy problem, na czym by miała polegać zdolność do transformacji. Problemy zaczynają się piętrzyć, gdyż użycie terminu „zdolność” wymaga modalności, odwołania do jakiejś formy potencjalności.

Rewolucja w sposobie myślenia o relacjach pomiędzy różnymi poziomami organizacji żywych organizmów w postaci Darwinowskiej teorii ewolucji biologicznej i wynikający z niej rozwój genetyki spowodowały gwałtowny wzrost zainteresowania koncepcją informacji w naukach biologicznych. Analiza związku pomiędzy funkcją i strukturą, dwoma podstawowymi pojęciami metodologii badań biologicznych wymagała nowych pojęć podstawowych.

Wspomniana wcześniej praca Schrödingera *Co to jest życie?* [1945] miała tak wielki wpływ na dalszy rozwój biologii, ponieważ dostarczyła, choć raczej pośrednio, koncepcji, która pozwoliła na jednolite ujęcie wszystkich podstawowych problemów w studiach nad istotą życia. Schrödinger nie pisze tam wyraźnie, że należy się skoncentrować na pojęciu informacji, ale przedstawia teoretyczne modele, które dzisiaj powszechnie są kojarzone z informacją, a które pozwalają rozważać w tych samych terminach metaboliczne procesy w indywidualnych organizmach, genetyczny przekaz cech biologicznych i biologiczną ewolucję gatunków.

W poszukiwaniu całościowego rozumienia życia pojęcie informacji stało się kluczem do opisu podstawowego związku pomiędzy pojęciem funkcji (i związanymi z nim analogicznymi relacjami) a pojęciem struktury (i związanymi z nim homologicznymi relacjami). Dlatego też pojęcie informacji w biologii nie może być ograniczone do jego funkcyjnej, selekcyjnej postaci. Konieczne jest też powiązanie informacji ze strukturą. Tak,

więc informacyjne systemy biologiczne wymagają wyjścia poza Shannonską tradycję badań [Schroeder, 2012b].

Można ten motyw znaleźć, w mniej lub bardziej wyraźnej formie, w pracach wielu znaczących biologów i filozofów biologii. Na przykład Francis Jacob, tkwiący jeszcze mocno w tradycji Shannonowskiej, pisząc o roli informacji w genetycznym dziedziczeniu i w bardziej jeszcze ogólnym kontekście życia, stwierdza:

Entropia i informacja są tak mocno powiązane ze sobą jak dwie strony monety. W każdym systemie, entropia dostarcza miary i dezorganizacji, i ludzkiej ignorancji wewnętrznej struktury systemu; a informacja miary obu, i porządku, i ludzkiej wiedzy. [...] W zorganizowanych systemach, czy to żywych, czy nie, wymiany nie tylko materii i energii, ale też informacji wiążą komponenty w całość. Informacja, abstrakcyjny byt, staje się punktem wspólnym dla różnego rodzaju uporządkowań. Jest ona jednym i tym samym, co jest mierzone, przekazywane i transformowane. [Jacob, 1973, s. 250–251]

Powiązanie informacji ze strukturą pojawiało się w wielu dziedzinach i w wielu kontekstach, czasem dość nieoczekiwanych. René Thom w swojej sławnej książce *Structural Stability and Morphogenesis: An Outline of a General Theory of Models* poświęca informacji wiele uwagi. Uznaje on za swoje zadanie wyjście poza dotychczasowe ograniczenia jej znaczenia:

Stawiamy tutaj problem dostarczenia temu słowu naukowego znaczenia i uwolnienia go ze stochastycznego więzienia, w którym obecnie jest trzymane. [...] Centralną tezę tego rozdziału jest to, że zazwyczaj, gdy mówimy ‘informacja’, powinniśmy używać słowa ‘forma’. Skalarne miary informacji (e.g. energia i entropia w termodynamice) powinny być zinterpretowane jako topologiczna złożoność formy. [Thom, 1975, s. 126–127]

Pisze też dalej

Mówi się czasem, że cała informacja jest wiadomością, to znaczy, że jest skończoną sekwencją liter wziętych z alfabetu, ale jest to tylko jeden możliwy aspekt informacji; każda geometryczna forma może być nośnikiem informacji i w każdym zbiorze geometrycznych form niosących informację tego samego typu topologiczna złożoność formy jest ilościową skalarną miarą informacji. [Thom, 1975, s. 144–145]

Podsumowanie

Spory dotyczące pojęcia informacji można analizować w kilku wymiarach. Jeden z nich dotyczy strony epistemologicznej, a więc metody badania informacji. W ramach tego przypadku wyróżniamy podejście probabilistyczne, takie jak w teoriach Hartleya i Shannona, czy też Bar-Hillela-Carnapa, i podejście deterministyczne, tak jak w teorii algorytmicznej złożoności Kołmogorowa i Chaitina, opartej na modelu uniwersalnej maszyny Turinga. Oba te podejścia skupiają się na ilościowej analizie informacji, a różnica pomiędzy nimi odnosi się do sposobu przypisywania wartości miary.

Inny kierunek podziału związanego z kwestiami metodologicznymi nawiązuje do rozróżnienia pomiędzy ilościową i jakościową charakterystyką informacji. Ta pierwsza zawiera oba powyższe przykłady podejść do badań. Po drugiej stronie możemy znaleźć analizy Turinga i podejścia rozwinięte przez tych, którzy tak jak on interesowali się transformacyjnymi charakterystykami informacji. Nie jest tutaj ważne, ile informacji znajduje się w sekwencji symboli, ale jakie są powiązania pomiędzy strukturami sekwencji.

Znacznie bardziej podstawowe wydają się podziały wynikające z rozważań ontologicznych. Jeden z nich dotyczy sposobu istnienia informacji. Tak więc informacja może być albo obiektem fizycznym (zgodnie z hasłem zawartym w artykule Ralpa Landauera, które stało się punktem wyjścia dla całego kierunku badań „Informacja jest fizyczna” [Landauer, 1991; 1998]), albo też jest artefaktem uzależnionym od ludzkiego umysłu [Searle, 1997, s. 205; Schroeder, 2013a; 2013b; 2014]. Ten ostatni pogląd uważam za nieuzasadniony. W swoich wcześniejszych pracach pokazywałem, że modele procesów obliczeniowych, takich jak maszyna Turinga, prowadzą w konsekwencji do traktowania informacji jako artefaktu i z tego właśnie powodu powinny być zrewidowane. Naturalizacja pojęcia informacji i procesów obliczeniowych stała się jednym z naczelných oraz powszechnie uznanych zadań informatyki i nauki o informacji. Spór więc nie polega dzisiaj na tym, jaki wybór powinien być uczyniony (informacja jako zjawisko naturalne czy artefakt), ale na tym, czy obecny system poję-

ciowy opisujący informację i procesy obliczeniowe umożliwia taką ich charakterystykę, która pozwoli je zidentyfikować z naturalnymi procesami. W tym przypadku występuje dość powszechne przekonanie, że nie ma żadnych przeszkód, by na przykład dowolny proces obliczeniowy mógł być realizowany przez naturalne mechanizmy niezależnie od interwencji ludzkiej, ale moim zdaniem pogląd taki jest fałszywy [Schroeder, 2013b; 2014]. Naturalizacja procesów obliczeniowych, jeśli mają one być autonomiczne, czyli niezależne od ludzkiego zaangażowania, wymaga pewnego uogólnienia ich koncepcji, jako dynamiki informacji.

Najistotniejszy wydaje się natomiast spór, w którym linia podziału przebiega pomiędzy rozumieniem informacji w terminach selekcji (Hartley, Shannon, Turing, wraz z całym głównym nurtem badań) oraz rozumieniem informacji w terminach struktury (Belkin, Robertson, Jacob, Young, Thom). Pozostaje więc pytanie: czy możliwy jest system koncepcyjny, w którym informacja jest zdefiniowana w taki sposób, że dotychczasowe koncepcje leżące po przeciwnych stronach linii podziału stają się jej szczególnymi przypadkami? Na pierwszy rzut oka wydawać się to może wykluczone poprzez pozorną sprzeczność tych dwóch podejść. Okazuje się, że jednak jest to możliwe pod warunkiem dość wysokiego poziomu abstrakcji pojęciowej. Prezentacja takiej możliwości jest przedmiotem mojego odrębnego artykułu pt. „Tożsamościowa koncepcja informacji”, który publikowany jest w tym samym wydaniu niniejszego pisma.

Bibliografia

- Ayres R.U., (1994), *Information, Entropy, and Progress: A New Evolutionary Paradigm*, New York, NY, AIP Press.
- Bar-Hillel Y., (1952), “Semantic information and its measures”, *Transactions of the Tenth Conference on Cybernetics*, New York, Josiah Macy Jr. Foundation, s. 33–48; [przedruk w:] Y. Bar-Hillel, (1964), *Language and Information: Selected Essays on Their Theory and Application*, Reading, MA, Addison-Wesley, s. 298–310.
- Bar-Hillel Y., (1955), “An examination of information theory”, *Philosophy of Science*, 22, s. 86–105; [przedruk w:] Y. Bar-Hillel, (1964), *Language and Information: Se-*

- lected Essays on Their Theory and Application*, Reading, MA, Addison-Wesley, s. 275–297.
- Bar-Hillel Y., (1964), *Language and Information: Selected Essays on Their Theory and Application*, Reading, MA, Addison-Wesley.
- Bar-Hillel Y., Carnap R., (1952), “An outline of a theory of semantic information”, *Technical Report No. 247*, Research Laboratory of Electronics, MIT; [przedruk w:] Y. Bar-Hillel, (1964), *Language and Information: Selected Essays on Their Theory and Application*, Reading, MA, Addison-Wesley, s. 221–274.
- Bateson G., (1972), “Style, grace, and information in primitive art”, [w:] G. Bateson, (1990), *Steps to an Ecology of Mind*, New York, Ballentine Books, s. 128–156.
- Bateson G., (1988), *Mind and Nature: A Necessary Unity*, Toronto, Bentam Books.
- Bateson G., (1990), *Steps to an Ecology of Mind*, New York, Ballentine Books.
- Belkin N.J., Robertson S.E., (1976), “Information science and the phenomenon of information”, *Journal of the American Society for Information Science*, 27, s. 197–204.
- Brillouin L., (1956), *Science and Information Theory*, New York, Academic Press.
- Buckland M.K., (1991), “Information as thing”, *Journal of the American Society for Information Science*, 42, s. 351–360.
- Chaitin G.J., (1966), “On the length of programs for computing finite binary sequences”, *Journal of the ACM*, 13(4), s. 547–569.
- Cherry E.C., (1951), “A history of the theory of information”, *Proceedings of the Institute of Electrical Engineers*, 98 (III), s. 383–393; [przedruk z małymi zmianami w:] E.C. Cherry, (1952), “The communication of information”, *American Scientist*, 40, s. 640–664.
- Day R.E., (2000), “The ‘conduit metaphor’ and the nature and politics of information studies”, *Journal of the American Society for Information Science*, 51(9), s. 805–811.
- Floridi L., (2004), “Open problems in the philosophy of information”, *Metaphilosophy*, 35 (4), s. 554–582.
- Gell-Mann M., (1995), “What is complexity?”, *Complexity*, 1 (1), s. 16–19.
- Hartley R.V.L., (1928), “Transmission of information”, *Bell System Technical Journal*, 7 (3), s. 535–563.
- Jacob F., (1973), *The Logic of Life: A History of Heredity*, New York, Pantheon Books.
- James W., (1896), *The Principles of Psychology*, Vol. 2, New York, Holt.
- Klir G., (2005), *Information Theory – Uncertainty and Information – Foundations of Generalized Information Theory*, Hoboken, NJ, Wiley.
- Knight F.H., (1921), *Risk, Uncertainty, and Profit*, Boston, Hart, Schaffner & Marx.
- Kolmogorov A.N., (1965), “Three approaches to the definition of the quantity of information”, *Problems in Information Transmission*, 1, s. 3–11.
- Landauer R., (1991), “Information is physical”, *Physics Today*, May, s. 23–29.
- Landauer R., (1998), “Information is inevitably physical”, [w:] A.J.G. Hey [ed.], *Feynman and Computation: Exploring the Limits of Computers*, Reading, MA, Perseus, s. 77–92.

- Losee R.M., (1997), "A discipline independent definition of information", *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (3), s. 254–269.
- MacKay D.M., (1969), *Information, Mechanism and Meaning*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Pierce J.R., (1980), *An Introduction to Information Theory: Symbols, Signals and Noise*, New York, NY, Dover.
- Rescher N., (1998), *Complexity: a Philosophical Overview*. New Brunswick, N.J., Transaction Publ.
- Schrader A.M., (1984), "In search of a name: information science and its conceptual antecedents", *Library and Information Science Research*, 6(3), s. 227–271.
- Schroeder M.J., (2004), "An alternative to Entropy in the measurement of information", *Entropy*, 6, s. 388–412.
- Schroeder M.J., (2012a), "Search for syllogistic structure of semantic information", *Journal of Applied Non-Classical Logics*, 22, s. 83–103.
- Schroeder M.J., (2012b), "The role of information integration in demystification of holistic methodology", [w:] P.L. Simeonov, L.S. Smith, A.C. Ehresmann [eds.], *Integral Biomathics: Tracing the Road to Reality*, Berlin, Springer, s. 283–296.
- Schroeder M.J., (2013a), "Dualism of selective and structural manifestations of information in modelling of information dynamics", [w:] G. Dodig-Crnkovic, R. Giovagnoli [eds.], *Computing Nature, SAPERE 7*, Berlin, Springer, s. 125–137.
- Schroeder M.J., (2013b), "From proactive to interactive theory of computation", [w:] M. Bishop, Y.J. Erden [eds.], *The 6th AISB Symposium on Computing and Philosophy: The Scandal of Computation – What is Computation?* The Society for the Study of Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour, s. 47–51.
- Schroeder M.J., (2013c), "The complexity of complexity: structural vs. quantitative approach", [w:] *Proceedings of the International Conference on Complexity, Cybernetics, and Informing Science CCISE 2013 in Porto, Portugal*, <http://www.iiis-summer13.org/ccise/VirtualSession/viewpaper.asp?C2=CC195GT&vc=58/> [dostęp: 18.07.2014].
- Schroeder M.J., (2014), "Autonomy of computation and observer dependence", [w:] M. Bishop Y.J., Erden [eds.], *Proceedings of the 7th AISB Symposium on Computing and Philosophy: Is computation observer dependent? The Society for the Study of Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour*; AISB-50 Convention at Goldsmith, London, April 1–4, 2014, <http://doc.gold.ac.uk/aisb50/AISB50-SO3/AISB50-S3-Schroeder-paper.pdf> [dostęp: 18.07.2014].
- Schrödinger E., (1945), *What is Life?*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Searle J.R., (1997), *The Mystery of Consciousness*, New York, New York Review.
- Shannon C.E., (1949), "The mathematical theory of communication", [w:] C.E. Shannon, W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, IL, Univ. of Illinois Press, s. 3–91.
- Szilard L., (1929), „Über die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen", *Zeitschrift für Physik*, 53, s. 840–856.
- Thom R., (1975), *Structural Stability and Morphogenesis*, Reading, MA, Benjamin.

- Turing A.M., (1936), "On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem", *Proceedings London Mathematical Society*, Ser. 2, 42, s. 230–265, cor. 43, s. 544–546.
- Weaver W., (1949), "Recent contributions to the mathematical theory of communication" [w:] C.E. Shannon, W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, IL, Univ. of Illinois Press, s. 93–117.
- Young P., (1987), *The Nature of Information*, New York, Praeger.

Controversy regarding the concept of information

ABSTRACT. Main objective of the article is to present controversies regarding the choice of a definition of information. Too frequently, disputes on this matter are carried out as if the issue was purely terminological, i.e. the question was about the convention how to use the term information in the context of an established conceptual framework. However, the actual issue is the choice of such conceptual framework for the definition of information, in which this concept can be used for the study of a wide range of phenomena identifiable through their characteristics with those commonly recognized as informational. The article presents the sources of controversies and the divisions of positions in disputes together with some illustrative examples.

KEY WORDS: definition of information, information, information science, information theory

Marcin J. Schroeder, Akita International University, 193-2 Okutsubakidai, Tsubakigawa, Yuwa, Akita-shi, 010-1211 Akita, Japan, mjs@aiu.ac.jp, tel. +81-18-886-5984, fax: +81-18-886-5910