

Joanna Rączaszek-Leonardi

Dynamiczne i symboliczne oblicza kognitywistyki: sposoby integracji

Słowa kluczowe: symbole, poznanie, kognitywistyka, informacja, komputacjonizm, psychologia ekologiczna

I. Historyczne korzenie dwóch podejść do poznania

Psychologia poznawcza a kognitywistyka

Poniższy opis przemian historycznych będzie dotyczył psychologii poznawczej. Jest ona jedną z najistotniejszych dziedzin współtworzących kognitywistykę (*cognitive sciences*)¹, czyli dość młodą dziedzinę będącą zintegrowanym programem badania układów poznających. Wielu historyków nauki uważa, że początków współczesnej psychologii poznawczej i nauk o poznawaniu należy upatrywać w tym samym okresie: w połowie ubiegłego wieku (np. Eysenck, Keane 1990). Mimo że czynniki wpływające na wyodrębnienie obu dziedzin oraz na zmiany w nich zachodzące różnią się (przede wszystkim względną istotnością i rozłożeniem akcentów), jednak psychologia poznawcza i kognitywistyka są na tyle silnie powiązane, że zmiany paradygmatów badawczych i dominujących teorii w jednej z nich muszą odbić się na drugiej.

Dlatego, mimo że dla wielu badaczy nowoczesna psychologia poznawcza to zapewne po prostu część kognitywistyki, definiowanej jako nauka

¹ W psychologii polskiej termin *cognitive sciences* ma dość burzliwą historię przekładu. Próbowano wprowadzać rozmaite odpowiedniki: od terminów „nauki poznawcze”, „nauki o poznaniu”, „nauki o poznawaniu” po neologizmy takie jak „kognityka”. W ostatnich latach wydaje się, że język polski niejako sam wybrał najdogodniejszą formę i częstość użycia formy „kognitywistyka” przewyższa częstość użycia innych terminów. Twórcy nowych kierunków studiów na polskich uczelniach także decydują się na tę nazwę.

o systemach „przetwarzających informację”, poniżej pokażę, że nurty psychologii poznawczej niezwiązane z takim rozumieniem systemu poznawczego zawsze informowały kognitywistykę, a obecnie – wydaje się – coraz silniej na nią wpływają. Zatem opisane tu napięcia między alternatywnymi podejściami wewnątrz psychologii poznawczej i próby wypracowania integracji podejść są istotne nie tylko dla samej psychologii, ale dla całej kognitywistyki.

Umysł jako maszyna licząca – klasyczna narracja narodzin psychologii poznawczej

Najczęściej spotykana narracja dotycząca początków psychologii poznawczej, obecna w podręcznikach z tej dziedziny (Solso 1991; Eysenck, Keane 1990) oraz niektórych podręcznikach historii psychologii (Leahey 2004), mówi o dość nagłym jej pojawieniu się w połowie ubiegłego wieku. Historycy wymieniają kilka czynników, których splot doprowadził do wyłonienia się nowego paradygmatu w badaniach nad umysłem. Tu przedstawiam krótko jedynie przykłady: a) czynników związanych ze zmianami ogólnych poglądów na naukę, b) czynników wewnątrzpsychologicznych, oraz c) czynników związanych z rozwojem innych dziedzin nauki.

Od strony metanaukowej, teorie socjologii nauki, te same, które opisywały mechanizmy przemian paradygmatów naukowych (Polanyi 1946, 1958; Popper 1959, 1972; Kuhn 1962), jednocześnie podważyły podstawowe założenia pozytywizmu logicznego, według których nauka to obiektywna obserwacja i generalizacja obserwacji zmierzająca do formułowania praw ogólnych. Uprawianie nauki zgodne z zasadami pozytywizmu logicznego przestaje być „wzorcem z Sèvres” dla nauki w ogóle. Zatem psychologia inna niż behaviorizm (aspirujący do zgodności z dogmatami pozytywizmu logicznego) może także „kształtować swą naukową tożsamość” (Eysenck, Keane 1990). Pogodzenie się z zależnością obserwacji od przyjętych teorii zmienia także status nieobserwowalnych konstruktów obecnych w wyjaśnieniach, o których istnieniu wnioskuje się z mierzalnych wielkości. To z kolei dodatkowo przyczynia się do uprawomocnienia nowego paradygmatu, który mimo polegania na takich konstruktach mógł być paradygmatem naukowym.

Wewnątrz dziedziny psychologii w połowie ubiegłego wieku można zauważyć rozczarowanie dominującym paradygmatem behaviorystycznym. Behaviorizm z definicji nie zajmował się tym, co w XX wieku stało się jednym z najbardziej interesujących psychologię tematów, a mianowicie wewnętrznym życiem jednostki (Smith 1997). Narzędzia i metody badawcze rozwijane przez behaviorizm zdawały się także mało użyteczne w badaniu tzw. wyższych czynności umysłowych, takich jak język, rozumowanie, złożone procesy

decyzyjne. Nie bez znaczenia był też powojenny gwałtowny napływ danych neuropsychologicznych, który przyczynił się do uzupełnienia wiedzy o funkcjonalnej roli mózgu w kontroli procesów poznawczych.

Do wyłonienia się nowego paradygmatu dopomogły ponadto czynniki zewnątrzpsychologiczne, związane z rozwojem innych dziedzin nauki, takich jak językoznawstwo, informatyka, automatyka czy teoria informacji. Dostarczyły one nowych metafor i nowych pojęć, uznawanych za kluczowe zarówno dla powstania współczesnej psychologii poznawczej, jak i całej kognitywistyki (Barsalou 1992).

Lachman, Lachman i Butterfield (1979: 525) widzieli tę zmianę paradygmatu w badaniach psychologicznych jako typowy przykład rewolucji naukowej: „Our revolution is now complete and the atmosphere is one of normal science”. Dywagacje na temat tego, czy był to „revolutionary jump”, czy raczej „rapid evolution” (np. Leahey 2004), wydają się jałowe. Istotny jest fakt, że wielu badaczy zainteresowanych poznaniem i zachowaniem człowieka przyjęło z entuzjazmem możliwość formułowania zależności na poziomie nieobserwowalnych bytów i zdarzeń umysłowych. Pojawiły się nowe teorie, stawiano nowe pytania, formułowano nowe problemy badawcze. W krótkim czasie powstało wiele metod eksperymentalnych, dopasowanych do wnioskowania z mierzalnych cech zachowania o wewnętrznych reprezentacjach czy stanach umysłowych. W sposób rewolucyjny czy nie, zmiana paradygmatu rzeczywiście nastąpiła, czego skutkiem był drastyczny spadek liczby badań eksperymentalnych prowadzonych w metodologii zalecanej przez behawioryzm oraz wzrost liczby badań weryfikujących teorie, w których konstrukty i procesy umysłowe mają rolę pojęć wyjaśniających.

Wyłonienie się paradygmatu przetwarzania informacji było nierozdzielnie związane z rozwojem informatyki, co zdeterminowało myślenie o możliwej formie wewnętrznych stanów poznawczych. Sukcesy tej nowej dziedziny z jednej strony i pozorne podobieństwo funkcji wykonywanych przez komputery do niektórych funkcji poznawczych człowieka z drugiej – przybliżyła wizję możliwości modelowania ludzkiego poznania przy pomocy sztucznych systemów inteligentnych. Wyobrażając sobie ten okres z perspektywy badacza ludzkiego umysłu, trudno nie odczuć podobnego entuzjazmu, który kazał Herbertowi A. Simonowi przewidywać w roku 1957, że w ciągu 10 lat większość teorii psychologicznych będzie miała formę programu komputerowego (Dreyfus 1972: 76). Z drugiej jednak strony, ów ścisły związek teorii poznania z rozwojem maszyn liczących spowodował pochopte być może przyjęcie założenia o równoważności procesów zachodzących w naturalnych i sztucznych systemach. Założenie to zostało wzmocnione przez zastosowanie do rozważań o umyśle twierdzenia o sprowadzalności wszelkich obliczeń do uniwersalnej maszyny Turinga (Turing 1936).

Charakteryzując w kilku zdaniach to podejście i abstrahując od późniejszych istotnych modyfikacji, które nastąpiły w latach 90. (zainteresowanych odsyłam do dowolnego podręcznika psychologii poznawczej, np. Solso 1991; Eysenck, Keane 1990), powtórzmy, że według tego stanowiska umysł człowieka jest systemem przetwarzającym informacje. Informacje napływają ze świata zewnętrznego i są kodowane w postaci wewnętrznych reprezentacji umysłowych, które mają charakter symboli i podlegają przekształceniom według reguł formalnych zapisanych w umyśle. Poznanie jest więc rodzajem oprogramowania (*software*), które można „puścić” na niemal dowolnej maszynie, a ona sama nie zmienia się fizycznie w wyniku realizacji programu.

Poza metaforą komputerową – w stronę środowiska

Jednocześnie warto zauważyć inne aspekty powyższej zmiany paradygmatu, raczej pomijane przez historyków psychologii poznawczej i kognitywistyki. Po pierwsze fakt, że dokonała się ona przede wszystkim w USA. „Narodziny” psychologii poznawczej mogły mieć miejsce tam, gdzie przynajmniej przez jakiś czas była ona nieobecna i gdzie rzeczywiście przez kilka dziesięcioleci panował paradygmat zabraniający wręcz zajmowania się wewnętrznymi procesami umysłowymi jako czymś obserwacyjnie nieweryfikowalnym. „Nowe” metody badań, motywowane „nowym” spojrzeniem na umysł jako system przetwarzający informacje, bez specjalnych wstrząsów i rewolucji łączyły się z nurtami badawczymi w Europie, gdzie behawioryzm nie był podejściem dominującym. George Miller, amerykański badacz i współtwórca nowego paradygmatu, wspomina swoją wizytę w Oxfordzie na początku lat 60., podczas której po wygłoszonej przez siebie tyradzie przeciw behawioryzmowi nie doczekał się najmniejszych prób obrony. „W Anglii jest tylko trzech behawiorystów” wyjaśnił mu Larry Weiskrantz, który zaprosił Millera, „i żaden z nich dziś nie przyszedł” (Solso 1991, za: Baars 1986).

W Europie zatem można zaobserwować wyraźniejszą ciągłość tradycji badania umysłu – od Helmholtza i jego nieświadomej inferencji w percepcji, poprzez Dondersa i jego pionierskie badania „chronometrii umysłowej” za pomocą noematachografu (urządzenia do „rejestracji myślenia” w funkcji czasu), Kohlera z jego badaniami nad organizacją i reorganizacją procesów umysłowych, Piageta i jego badań nad rozwojem poznawczym jako modyfikacją struktur poznawczych, do Bartletta z jego studiami nad konstruktywną rolą pamięci, by wymienić choćby kilka nazwisk i programów badawczych.

Po drugie zaś, zmiana proporcji na korzyść badań w metodologii motywowanej podejściem do umysłu jako do systemu przetwarzającego informację nie oznaczała, że metafora komputerowa była jedyną alternatywą dla radykalnego

behawioryzmu. Abstrahując od nauki europejskiej, także w Ameryce Północnej owa „ballada o rewolucji” nie jest jedyną narracją, która może przedstawiać rozwój badań nad umysłem. Istniał bowiem jeszcze inny ważny nurt, jeden z nielicznych, które zachowały ciągłość z wcześniejszymi nurtami badawczymi nad naturą umysłu na gruncie amerykańskim i rozwinęły je w dziedzinie psychologii jako nauki empirycznej, mianowicie psychologia ekologiczna. James Gibson, poprzez ucznia Williama Jamesa, Edwina B. Holta, kontynuował idee radykalnego empirycyzmu Jamesa, od lat 50. tworząc, wraz z Eleanor Gibson, równoległy paradygmat badawczy rozwijający się w Stanach Zjednoczonych właściwie przez cały czas tryumfalnej dominacji podejścia opartego na metaforze komputerowej (Heft 2001). Mimo że badacze z nim związani eksplorowali różnorodne aspekty poznania, takie jak koordynacja ruchowa, uczenie się, pamięć, percepcja wzrokowa, percepcja i produkcja mowy, rozwiązywanie problemów, poznanie społeczne, rozwój poznawczy – jest rzeczą znamieną, że w podręcznikach psychologii poznawczej, jeśli w ogóle wzmiankuje się psychologię ekologiczną, czyni się to właściwie wyłącznie w rozdziałach dotyczących percepcji wzrokowej, tak jakby Gibson i jego uczniowie nie aspirowali do tworzenia alternatywnego nurtu w myśleniu o poznaniu. Niektóre zaś podręczniki historii psychologii, jak np. popularny tekst Leahey’a, który między rokiem 1980 a 2004 doczekał się sześciu wydań, w ogóle pomijają nurt gibsonowski.

Przypomnijmy w skrócie jego główne twierdzenia, odróżniające to podejście od dominującego nurtu przetwarzania informacji (dokładniejszy opis znajduje się np. w Gibson 1966, 1979; Reed 1996; Heft 2001). Psychologia ekologiczna Jamesa i Eleanor Gibsonów wychodzi od założenia o aktywności organizmu w środowisku. Zajmuje się przede wszystkim relacją wzajemnej zależności poznania i działania w określonym otoczeniu: „Ask not what is in your head but what your head is inside of” (Mace 1977). Środowisko, w którym wyewoluował system poznawczy człowieka, jest dla niego źródłem pragmatycznie ustrukturyzowanej informacji, sterującej jego działaniem. Człowiek bezpośrednio postrzega tzw. afordancje, czyli możliwości działania oferowane przez sytuację, nie ma zatem potrzeby „przetwarzania” informacji. W związku z owym zainteresowaniem sprzężeniem percepcji i działania psychologia ekologiczna krytykowana była jako podejście niezdolne do konstruowania wyjaśnień tzw. wyższych procesów poznawczych, wymagających procesów pamięciowych, jednak należy tu wspomnieć choćby prace Esther Thelen i Lindy Smith z lat 80. i późniejszych, nad rozwojem kategoryzacji u dzieci, w których źródeł tworzenia kategorii upatruje się w schematach działania. Także Walter Freeman, prowadzący badania nad pamięcią węchową u królików, odżegnywał się od konieczności proponowania symbolicznych reprezentacji umysłowych (zob. np. Freeman, Skarda 1990).

Psychologia ekologiczna miała także swoje własne powiązania z dziedziną sztucznej inteligencji, a przede wszystkim z robotyką: wspomnijmy choćby prace Randy’ego Beera nad ewolucyjnym przystosowaniem układów autonomicznych (Beer, Gallagher 1992; Beer 1995) czy Rodney’a Brooksa nad słynnym już dziś Herbertem – robotem, którego działania nie są zapośredniczone przez wewnętrzne przetwarzanie symboliczne, lecz są bezpośrednio sprzężone z percepcją:

Herbert showed many instances of using the world as its own best model and as a communication medium. The remarkable thing about Herbert is that there was absolutely no internal communication between any of its behavior generating modules. Each one was connected to sensors on the input side, and an arbitration network on the output side. The arbitration network drove the actuators (Brooks 1990: 9).

Według Gibsona, to zmiana struktury bodźców w czasie jest informatywna (w przypadku wzroku – tzw. *optic flow*) i – dodajmy – aktywnie wywoływana przez podmiot, natomiast modelem zachowania jest model sprzężenia aktywności podmiotu z warunkami zewnętrznymi, a więc model dynamiczny.

Te dwa nurty współlistniały przez kilkadziesiąt lat – dość rzadko, przynajmniej jeśli chodzi o piśmiennictwo psychologiczne, wchodząc w bezpośrednie spory (choć zob. Fodor, Pylyshyn 1981; Turvey i in. 1981; oraz Turvey, Carello 1981), rzadko też proponując konkurencyjne modele tych samych zjawisk. Zauważmy bowiem, że system poznawczy, którym zajmuje się nurt przetwarzania informacji, jest przede wszystkim zaprzątnięty „wyższymi czynnościami poznawczymi”, to umysł matematyka lub szachisty, postawiony przed logicznie trudnymi, lecz dobrze zdefiniowanymi zadaniami. Natomiast system poznawczy, którym interesuje się psychologia ekologiczna, to raczej system poznawczy zwierzęcia, oportunistycznie i w sposób adaptacyjny działający w zastanym środowisku, niepotrzebujący jego modelu do sterowania działaniem („using the world as its own best model”), realizujący procesy pamięciowe poprzez trwałą modyfikację sprzężenia ze środowiskiem. Tę różnicę widać wyraźnie także w systemach inteligentnych, konstruowanych przez oba podejścia, które albo mają formę programów rozwiązujących problemy logiczne, albo formę działających inteligentnie automatów. Inaczej zatem rozumie się tu zarówno „system poznawczy”, jak i to, co jest „zachowaniem inteligentnym”. Jak okazało się w ostatniej dekadzie badań nad poznaniem człowieka, granica między tymi rodzajami zachowań adaptacyjnych może być mniej ostra, niż się wydawało (por. Clark 2006; Auletta 2011).

Aspekt symboliczny i aspekt dynamiczny poznania

Jak wspominałam wyżej, początkowa dominacja modelu przetwarzania informacji wiązała się zapewne z tym, że rozwijające się szybko maszyny liczące stwarzały możliwość modelowania procesów przypominających procesy poznawcze człowieka. Założenie o „symboliczności” reprezentacji umysłowych, o tym, że owe reprezentacje przetwarzane są za pomocą reguł formalnych, zostało więc niebezpośrednio poparte tym, że możliwe jest konstruowanie maszyn, które używając takich właśnie symbolicznych reprezentacji, wykazują „inteligentne” zachowania.

Takiego metodologicznego ułatwienia nie miała zaś psychologia ekologiczna, gdyż nie zakładała istnienia dyskretnych i łatwo identyfikowalnych reprezentacji symbolicznych, a raczej – jak powiedziano powyżej – koncentrowała się na dynamicznych zależnościach między aktywnością organizmu w środowisku a pobieraną przez niego informacją. Zarówno proces zbierania danych, jak i ich analiza są w tym podejściu bardzo trudne, gdyż dotyczą czasowego przebiegu procesów, często wieloczynnikowych, nie redukując ich do nielicznych, dobrze określonych zmiennych. Dopiero w latach 80. do badań zachowania zastosowano na szerszą skalę modele złożonych układów dynamicznych (Haken 1977, 1990; Haken, Kelso, Bunz 1985; Kugler i in. 1980; Thelen i in. 1987; zob. też przegląd w: Thelen, Smith 1994; Kelso 1995). Wykorzystujące zjawisko samoorganizacji i skoncentrowane na opisie dynamiki modele zaczęły obejmować szeroki zakres zjawisk, takich jak percepcja i produkcja mowy (Fowler 1980; Kelso i in. 1984), koordynacja ruchowa i uczenie się motoryczne (Warren 1984; Kelso i in. 1990; Schöner, Kelso 1988), rozwój motoryczny i poznawczy (Thelen i in. 1987; Thelen, Smith 1994), a później także rozwiązywanie problemów (Stephen i in. 2009) czy nawet koordynację międzyludzką (Turvey 1990; Schmidt i in. 1990; Schmidt, O’Brien 1997; Riley i in. 2011). Dopiero wtedy zatem wartość opisowa, wyjaśniająca i predyktywna owych modeli zbliżyła się do modeli „algorytmicznych”, wywodzących się z podejścia przetwarzania informacji – choć do dziś, wydaje się, akcenty są rozłożone w inny sposób.

Z jednej więc strony, w dominującym paradygmacie mamy ujęcie poznania w symbole i formalne reguły przekształcania symboli, z drugiej zaś, w paradygmacie psychologii ekologicznej – uchwycenie ewolucji sprzężenia zachowania ze światem zewnętrznym w czasie, opis dynamiki owego zachowania, adaptowanej do środowiska fizycznego i społecznego. Każde z tych podejść wyjaśnia ważny aspekt poznania człowieka, jednak obydwa są krytykowane za to, że nie są w stanie samodzielnie stworzyć całościowego modelu.

Krytyka metafory komputerowej

Już w końcu lat 70. i na początku 80. elegancka i pożądana z początku cecha „informatycznych” modeli umysłu, mianowicie formalizacja operacji umysłowych w postaci symboli i reguł ich przekształcania, zaczęła budzić wątpliwości: kto lub co w systemie poznawczym odpowiedzialny jest za interpretację owych symboli? W jaki sposób operacje umysłowe odnoszą się do rzeczywistych przedmiotów i zdarzeń świata zewnętrznego oraz jak przekładają się na działania organizmu wobec tych przedmiotów? Jednym z bardziej znanych eksperymentów myślowych pokazujących ten problem był tzw. Chiński Pokój Searle’a (1980), zaś wkrótce potem (1990) Steven Harnad opublikował artykuł *The Symbol Grounding Problem*. Uogólniając, w obu pracach autorzy twierdzą, że interpretacja symboli rzekomo znajdujących się w umyśle nie jest sprawą oczywistą i że ugruntowania symboli nie uzyska się pozostając na poziomie opisu syntaktycznego. Twierdzenia te były zgodne z wcześniejszą krytyką możliwości sztucznej inteligencji sformułowaną przez Dreyfusa (1965, 1972), który wskazywał, że redukcja „wiedzy” inteligentnych istot żywych do zbioru dyskretnych symboli formalnych jest niemożliwa. Wkrótce powstaje wiele prac krytycznych wobec komputerowego modelu umysłu oraz możliwości stworzenia sztucznej inteligencji w ramach metafory komputerowej (zob. np. Searle 1992; Dreyfus 1992; Kelso 1995).

Kolejny problem modeli przetwarzania informacji polegał na tym, że im bardziej oddalano się od dobrze określonych, „algorytmizowalnych” problemów w stronę funkcji poznawczych leżących u podstaw rozpoznawania przedmiotów, orientacji w przestrzeni, nabywania umiejętności czy koordynacji działania, tym owe modele stawały się mniej przydatne. Co prawda, jak wspomniano powyżej, tymi zjawiskami z powodzeniem zajmowała się psychologia ekologiczna, jednak ich jednoznaczne rozgraniczenie, czyli oddzielenie „wyższych” procesów rozumowania od ucieleśnionego działania, często nie było łatwe. Ostatnie wyniki badań wskazujących na istotność ucieleśnienia systemu poznawczego, czyli zależność „reprezentacji poznawczych” (czymkolwiek by one były) od działania człowieka w środowisku, świadczą o tym, że takie rozdzielenie może być wręcz niemożliwe.

Krytyka podejścia ekologicznego

Z drugiej zaś strony, zajmująca się przede wszystkim określeniem natury dynamicznego sprzężenia systemu poznawczego z otoczeniem psychologia ekologiczna także nie stworzyła zadowalającego, całościowego modelu systemu poznawczego. Podejście to było intensywnie wykorzystywane w badaniach wrodzonych przystosowań człowieka do działania w środowisku fizycznym,

co zgodnie z zaleceniem Gibsona polegało przede wszystkim na badaniu, jakie złożone zmienne, charakteryzujące ważne dla człowieka cechy, są bezpośrednio pobierane ze środowiska i w jaki sposób determinują zachowanie (np. Lee 1976; Warren 1984; Fowler 1980). Modyfikacje owych przystosowań w trakcie doświadczenia (Thelen, Smith 1994) i uczenia się (Zanone, Kelso 1997) także były przedmiotem badań, lecz krytycy przeważnie uważali, że to nie wystarczy, by wyjaśnić celowe zachowania np. wobec wytworów człowieka, do których system poznawczy nie miał szans przystosować się w procesie ewolucji. Sfera społecznych zachowań także przez długi czas pozostawała poza obszarem zainteresowań psychologii ekologicznej (choć patrz Reed 1996).

Jak wspomniano wyżej, problematyczne było także założenie, że bez odniesienia do jakichś stałych struktur umysłowych będziemy w stanie wyjaśnić zjawiska pamięci, uczenia się, czy wreszcie – zdolność do „wyższych” procesów rozumowania (czyli inteligentnych zachowań „szachisty”). Innymi słowy, wątpiono, czy system o architekturze Herberta będzie kiedykolwiek w stanie zagrać w szachy lub udowodnić twierdzenie matematyczne. Zasadne wydaje się zatem pytanie: czy fenomen inteligencji, czyli adaptacyjnego wzrostu złożoności struktur i zachowania, można wyjaśnić bez odwołania się do symboli? Czy można poprzestać na opisie dynamiki?

Rodzaje integracji: podejście modułarne i komplementarne

Wydawać by się mogło, że skoro oba typy wyjaśnień sprawdzają się w przypadku specyficznych funkcji poznawczych, każde z tych podejść znajdzie po prostu swoją niszę. Na tym polegały pierwsze próby integracji: zakładano, że poznanie da się podzielić na „symboliczne” i „dynamiczne” moduły, których działanie będzie wyjaśniała odpowiednia dla nich teoria. Już w roku 1976 Urlich Neisser podkreślał znaczenie psychologii gibsonowskiej dla ekologicznie trafnego modelu poznania, w różnych fazach cyklu poznawczego przypisując różne znaczenie konstruktywistycznemu i bezpośredniemu modelowi percepcji (Neisser 1976). W jego pracy *Multiple Systems* z 1994 roku obraz poznania złożonego z uzupełniających się modułów jest jeszcze bardziej wyraźny. Neisser wyróżnia podsystemy odpowiedzialne za różne funkcje poznawcze: nawigacja w otoczeniu kierowana jest przez ‘gibsonowskie’ mechanizmy percepcji bezpośredniej, zaś konstruowanie modelu świata, rozpoznawanie i rozwiązywanie abstrakcyjnych problemów przez symboliczny system podobny do proponowanego w ramach metafory komputerowej², natomiast poznanie

² Pojawiające się w tym okresie doniesienia o istnieniu wzrokowego systemu „brzusznego” i „grzbietowego” stanowiły dodatkowe uzasadnienie dla takich rozróżnień (Goodale, Milner 1992).

społeczne odbywa się przy pomocy jeszcze innego dedykowanego systemu, ściśle sprzęgniętego z funkcjonowaniem emocjonalnym. W przypadku wyższych funkcji poznawczych te trzy podsystemy współpracowałyby ze sobą, w różnym stopniu angażując się w wykonanie (Neisser 1994).

Taka integracja miałaby sens, gdyby: 1) każde z podejść (symboliczne i dynamiczne) było samowystarczalne przynajmniej dla wyjaśniania niektórych funkcji poznawczych, oraz 2) gdyby rzeczywiście udało się podzielić poznanie na takie moduły.

Jednak w obliczu przedstawionej wyżej „niesamodzielnosci” eksplanacyjnej obu typów wyjaśnień – w terminach symboli i w terminach dynamiki – integracja przez postulowanie dynamicznych i symbolicznych podsystemów nie zdaje egzaminu. Z jednej strony, pozornie całkowicie symboliczne, formalnie opisywalne rozumowanie jest zawsze związane z ucieleśnionym systemem, z drugiej zaś opis zachowania w terminach dynamiki wydaje się gubić zdolność odrywania się od bezpośredniej stymulacji otoczenia i zdolność do przestrzegania abstrakcyjnych reguł.

Tę konkluzję wydaje się potwierdzać McClelland (2009), analizując nowsze modele integrujące symboliczne i dynamiczne aspekty poznania, tzw. modele hybrydowe (gdzie dynamika realizowana jest przez sieci neuropodobne, zaś stroną „symboliczną” realizują algorytmiczne systemy produkcji). Twierdzi on, że modele te, początkowo pomyślane jako integrujące, zdają się bardziej koncentrować na tym, w jaki sposób rozdzielić zadania na „składowe” symboliczne lub dynamiczne, niż na tym, w jaki sposób procedury dynamiczne i symboliczne miałyby współdziałać.

Jednak coraz częściej podejmowane w kognitywistyce próby formułowania takich hybrydowych modeli (ACT-R, czy wcześniejsze próby integracji modeli sieci neuropodobnych z poziomem symbolicznym – Smolensky 1988; Kawamoto 1993 – oraz, niezbyt udane, próby włączenia symboli w funkcjonowanie systemów „gibsonowskich” – Greeno 1994) świadczą o tym, że określenie relacji symbolicznego i dynamicznego funkcjonowania staje się coraz pilniejsze i coraz więcej teoretyków i badaczy widzi w tym wartość lub nawet – w obliczu krytyki każdego z podejść – konieczność. Tendencje te motywowane są z jednej strony przez najnowsze dane empiryczne, wskazujące, że nawet, zdawałoby się, bardzo abstrakcyjne rozumowania formalne zależą od budowy i funkcjonowania realizującego je systemu (patrz np. efekt SNARC – Dehaene i in. 1993), z drugiej zaś przez logiczną konkluzję, że adaptacyjna koordynacja dynamicznie współpracujących elementów wymaga przenoszenia w czasie i przestrzeni funkcjonalnych ograniczeń ich działania – problem ten obecny jest zarówno na poziomie koordynacji działań jednostki (Bernstein 1967; Pattee 1982), jak i koordynacji działań między jednostkami (Pattee, Rączaszek-Leonardi 2012; Rączaszek-Leonardi, Nomikou, Rohlfing 2013).

Czy zatem możliwa jest głębsza niż współdziałanie modułów integracja dynamicznego i symbolicznego opisu układów poznających? Twierdzą tutaj, że tak, oraz że takie próby integracji były podejmowane, ale z różnych przyczyn nie trafiły do głównych nurtów teoretycznych. Aby to zrozumieć, należy się cofnąć do początków rewolucji poznawczej i przyjrzeć podstawowym pojęciom, które utworzyły fundament nauk o poznawaniu.

Integracja: podejście komplementarne

Biorąc pod uwagę owo jednoczesne „zapotrzebowanie” na symboliczność i algorytmiczne przetwarzanie z jednej strony, oraz potrzebę ugruntowania owych symboli w dynamicznym systemie, biorącym udział w dynamicznych zdarzeniach i działaniach z drugiej, i biorąc pod uwagę obecność problemu integracji tych aspektów w literaturze przedmiotu już od końca lat 70., jest rzeczą dziwną, że jedno z bardzo niewielu (jeśli nie jedyne) podejście, które nie tyle połączyło te dwa aspekty, co raczej nigdy ich nie rozdzielało, nie zyskało szerszego uznania. Już w latach 60. można zauważyć, szczególnie wśród teoretyków informacji w organizmach żywych, że nie wszyscy zgadzali się z koncepcją nośników informacji w organizmach żywych jako formalnych bytów, dyskretnych i oderwanych od jakiegokolwiek dynamiki, czyli takich, na jakich operują maszyny liczące³.

Michael Polanyi w swoim artykule *Life's Irreducible Structure* z 1968 roku pisze, że każdy system fizyczny, którego zachowanie ma być funkcjonalne, podlega dwóm rodzajom kontroli. Pierwszy z nich to nieuniknione poddanie się ogólnym prawom fizyki, dotyczące wszelkiej materii; drugi jednak ma naturę historyczną, nie uniwersalną: są to ograniczenia nałożone na tę naturalną, podporządkowaną prawom fizyki dynamikę, które w sposób funkcjonalny ograniczają stopnie swobody systemu. Opisanie struktury systemu, wyznaczającej warunki brzegowe działania praw fizyki, w tych samych terminach, co same prawa, sprawia, że traci się cechę selektywności owych ograniczeń. W zasadzie można chyba myśleć o nich jako o powstałych w procesie dziejącym się na innej skali czasu i dlatego nieredukowalnych do opisu w terminach praw fizyki tu i teraz. Powstały one bowiem w wyniku działania tychże praw *oraz procesu selekcji* – procesu historycznego, nieodwracalnie kształtującego („in-formującego”) system, w taki sposób, że jego struktura odzwierciedla wymogi środowiska⁴.

³ Warto tu zauważyć, że komputery konstruowane były w ten sposób, by ich dynamika nie wpływała na wynik obliczeń, czyli aby była maksymalnie kontrolowana. Inaczej mówiąc, w przypadku klasycznych komputerów nie pozostawia się dynamice części „pracy” potrzebnej do dotarcia do rozwiązania.

⁴ Widać tu zgodność z myślą Gibsona o dostrajaniu zmysłów do środowiska.

(...) if the structure of living things is a set of boundary conditions, this structure is extraneous to the laws of physics and chemistry which the organism is harnessing. Thus the morphology of living things transcends the laws of physics and chemistry (Polanyi 1968: 1309).

Zatem dwa rodzaje opisu są konieczne w przypadku organizmów żywych: opis ich dynamiki w terminach praw fizyki oraz opis warunków brzegowych wyselekcjonowanych w procesie ewolucji. Doprecyzowanie tego, jak ma wyglądać ów „zewnątrzny” wobec uniwersalnych praw opis, pojawia się w pracach Pattee’ego, a wcześniej von Neumanna. Von Neumann istnienie oddzielnych struktur, będących „uśpionymi” (*quiescent*) opisami, uważa za warunek konieczny adaptacyjnej ewolucji systemu, znów odróżniając je od dynamiki, którą struktury te kontrolują:

information in the form of non-dynamic symbolic constraints („quiescent” descriptions) must be distinguished from the construction dynamics they control in order to allow open-ended evolution (Pattee 2006: 225).

Pattee nazywa ten drugi model modelem symbolicznym, gdyż struktury te są replikowalne i niezienne w czasie (przynajmniej w skali czasu kontrolowanej przez nie dynamiki). System tworzony przez takie struktury jest, według Pattee’ego, „językiem” w sensie ogólnym, podstawowym (*generalized language*; zob. np. Pattee 1972). Są to struktury fizyczne, które mają zdolność rekonstruowania systemu (von Neumann 1966), ale nie dlatego, że zapisany w nich jest kompletny schemat owego systemu, lecz dlatego, że „ujarzmiają” dynamikę, wiążą odpowiednie stopnie swobody w ten sposób, by powstała funkcjonalna struktura lub zachowanie. Dlatego:

It is useless to search for meaning in symbols without complementary knowledge of the dynamics being constrained by the symbols (Pattee 1987: 337).

Obydwa rodzaje opisów: opis w terminach dynamiki oraz opis ograniczeń nałożonych na tę dynamikę są zatem nieredukowalne do siebie nawzajem, komplementarne. Oba są konieczne, aby opisać naturę organizmów żywych, w których funkcjonalne ukształtowanie struktury i zachowania zapewnia adaptację do warunków środowiska. Należy jednak podkreślić, że owa konieczność komplementarnych opisów nie jest tym samym, co kartezjański dualizm. Prawa sformułowane na poziomie symbolicznym (prawa myślenia) nie mogą stanowić pełnego wyjaśnienia procesów poznawczych, gdyż zrozumienie symboli polega na zrozumieniu, w jaki sposób nakładają one ograniczenia na dynamikę. Nie jest więc tak, że z jednej strony mamy podlegającą prawom fizyki rzeczywistość cielesną, a z drugiej podlegającą prawom logiki rzeczywistość myśli – w przypadku organizmów żywych zawsze istnieją dwa

komplementarne opisy tej samej rzeczywistości: w terminach dynamiki i w terminach symboli, które stanowią przekazywalne ograniczenia nakładane na ową dynamikę.

Jest to także inny rodzaj dualizmu niż dualizm opisu, z którym mamy do czynienia w systemach przejawiających zjawiska emergentne (np. Kugler, Turvey 1987). W ich przypadku, motywacją dla zastosowania alternatywnego opisu jest wyłanianie się nowych jakościowo struktur ze współdziałania elementów. Natomiast zasada komplementarności opisu tu przedstawiana ma podłoże historyczne: ograniczenia powstają w wyniku selekcji. Co więcej, zapis i przekazanie kontroli stopni swobody w czasie i przestrzeni wymaga istnienia struktury ograniczającej wewnątrz systemu, a nie tylko w jego opisie przez zewnętrznego obserwatora. Jest to twierdzenie wykraczające poza prace Pattee'ego, u którego ontologiczny status symbolu pozostaje niejasny, jednak wydaje się, że jego pojęcia *epistemic cut* i *semiotic closure* (Pattee 1982, 2001) zgodne są z obrazem organizmów jako bytów „epistemicznych”, zależnych od przekazywalnych ograniczeń. Kwestię relacji tego dualizmu do komplementarności, z którą mamy do czynienia w opisie zjawisk na poziomie kwantowym, pozostawiam fizykom – Pattee w swoich pracach odnosi się także do tego problemu, wiążąc ze sobą te typy nieredukowalności (np. Pattee 1969, 2001).

Nie trzeba jednak schodzić na poziom kwantowy ani też odnosić się do zjawisk samoorganizacji i emergencji, by wykazać konieczność tego rodzaju komplementarności, o jakim mowa wyżej. Powtórzmy: niemożność ujęcia zjawisk replikacji i transmisji ograniczeń jedynie w terminach praw fizyki wynika z ahistoryczności tych praw, niemożności (i niecelowości) oddania w nich zjawiska funkcjonalnej selekcji ograniczeń. Wiążąca, kontrolująca rola struktury pamięciowej zależy od czegoś więcej niż to, że podlega ona prawom fizyki, zależy od historii tej struktury w danym systemie w danym środowisku, na którą składają się nieodwracalne procesy selekcji naturalnej. Zauważmy, że selekcionowany jest zarówno sposób, w jaki konkretna struktura ogranicza naturalną dynamikę, jak i zdolność do jej replikacji i rzetelnego przekazywania ograniczeń. Dobór odbywa się zatem zarówno na poziomie „znaczenia”, czyli sposobu kontroli dynamicznych zdarzeń, jak i samej struktury oraz procesu jej powielania (Rączaszek-Leonardi 2009; Pattee, Rączaszek-Leonardi 2012).

Z jednej strony więc, sama dynamika nie wystarczy do opisania funkcjonalnej organizacji nabytej przez organizmy w wyniku doświadczeń ze środowiskiem (doświadczeń na różnych skalach czasu: ewolucji, rozwoju, uczenia się), stawiając pod znakiem zapytania radykalny program psychologii ekologicznej. Z drugiej zaś, wydaje się, że zbyt pochopnie przyjęto, że symbole, przez wielu uznane za konieczne w wyjaśnianiu adaptacyjnego wzrostu złożoności (von Neumann 1955; ale też Polanyi 1968; Pattee 1968; Rosen 1969) czy zachowań inteligentnych (Newell, Simon 1976), są strukturami formalnymi.

Sam postulat konieczności istnienia symboli w modelu poznania to oczywiście nic nowego: rozpoznanie jego roli w procesach poznawczych stanowiło przecież właśnie fundament współczesnej kognitywistyki. Z powyższego opisu widać jednak, *dlaczego* symbole pojawiają się w dynamicznej, ciągłej rzeczywistości: są przekazywalnymi ograniczeniami rzeczywistej dynamiki. Widać także, że myślenie o nich w kategoriach symboli formalnych odrywa je od dynamiki, w której powstały i którą kontrolują. Jak więc należy je rozumieć?

Symbol: redefinicja

Właściwości struktur symbolicznych w powyższy sposób sprzężonych z dynamiką zostały opisane szerzej w innej pracy (Pattee, Rączaszek-Leonardi 2012), tu skoncentruję się na kilku cechach, które szczególnie wyraźnie ukazują kontrast z formalnymi systemami symboli.

Po pierwsze, owe symbole są strukturami fizycznymi. Przejście od myślenia o nich w kategoriach struktur fizycznych do myślenia w kategoriach abstrakcyjnych konstruktów formalnych, tak łatwo poczynione w GOFCS⁵, nie jest krokiem banalnym. Struktury symboliczne od innych struktur fizycznych różnią się jedynie *historią* w systemie, rolą w kształtowaniu dynamicznych zdarzeń, która stabilizuje się w procesie selekcji. Zatem z racji swej fizyczności, struktury owe zachowują potencjał bycia przyczyną, wpływania na kształt dynamicznych zdarzeń.

Po drugie, struktury te nie są „opisami”, nie „zawierają” treści. Metafora symbolu jako pojemnika na znaczenia, przekazywanego z jednej głowy do drugiej (Reddy 1979) czy z jednego organizmu do drugiego, nie sprawdza się w przypadku symboli rozumianych jako ograniczenia. Z drugiej strony jednak rozumienie symbolu jako ograniczenia pozwala mu zachować cechę intencjonalności: struktura fizyczna może być „o czymś”, jeśli działa jako ograniczenie na dynamikę systemu, wyselekcjonowane zgodnie z wymogami środowiska. Czy wtedy struktura owa jest „o zachowaniu systemu” czy „o wymogach środowiska”? W duchu gibsonowskiej psychologii ekologicznej możemy powiedzieć, że jest o obu rzeczach jednocześnie: procesy kształtowania zachowania są nierozzerwalnie związane z istniejącymi w środowisku ograniczeniami. Zatem tak rozumiane struktury symboliczne są ograniczeniami (więzami) nałożonymi na stopnie swobody dynamiki systemu, które wraz z ograniczeniami nakładanymi przez sytuację sterują zachowaniem. Znaczenia symboli należy zatem poszukiwać nie w jakiejś abstrakcyjnej relacji „odwzorowania” z jednego zbioru elementów (np. form symbolicznych) w drugi (np. odniesień

⁵ Good Old-Fashioned Cognitive Science.

lub cech semantycznych), lecz w wynikach działania owej „ukształtowanej” dynamiki. Niemożność zdefiniowania znaczenia poprzez takie odwzorowanie staje się dość oczywista, gdy zdamy sobie sprawę z *nieokreśloności wyniku działania ograniczeń*. W złożonym układzie dynamicznym ów wynik – m.in. z powodu nieliniowości oddziaływań składających się na dany system elementów, wrażliwości systemu na niewielkie zmiany parametrów itp. – jest w dużym stopniu nieprzewidywalny. Z drugiej zaś strony, owo niedookreślenie, pozostawienie dynamice roli „realizacji” ograniczenia, powoduje naturalną adaptację działania symbolu do określonej sytuacji. To z kolei jest cenną własnością wiodącą do „efektywności” systemów symbolicznych, czyli adaptacji tak określonego „znaczenia” do kontekstu (w przypadku języka patrz: Barwise, Perry 1983; systemów biologicznych: Pattee 1972; ogólnie: Rączaszek-Leonardi, Kelso 2008). Odbieramy w ten sposób symbolom część ich „mocy sprawczej” w definiowaniu znaczenia. Nie muszą one jednoznacznie określać niezliczonej ilości zmiennych dynamicznych danego systemu: owa dynamika bowiem jest obecna („świat swym własnym modelem”), zaś ograniczenia, ewoluując w jej obecności, „korzystają” z jej właściwości. Systemy symboliczne rozumiemy zatem jako:

hierarchical constraints which harness matter to perform coherent functions (Pattee 1972: 248),

W sprytny sposób wykorzystując ową dynamikę, ograniczają one swe działanie do niezbędnego minimum:

good biological as well as good engineering design makes the maximum use of natural (non-informational) constraints and laws of nature, so that the control information can be kept to a minimum (Pattee 1982: 23).

Po trzecie, ograniczenia nakładane przez struktury symboliczne mogą mieć różną siłę – od dokładnego wyznaczenia wyniku działania, jak w przypadku komputerów, po luźne nakładanie słabych ograniczeń, zmieniających jedynie rozkład prawdopodobieństwa poszczególnych stanów. To dodatkowo komplikuje, a w drugim przypadku w zasadzie uniemożliwia, ujęcie symboli i ich znaczenia w jakiegokolwiek z góry ustalone relacje odwzorowania.

Po czwarte wreszcie, cecha nieciągłości symboli wynika z konieczności ich odtwarzania jako ograniczeń, czyli replikowalności. Coś, co ma być powtórzone, musi być w jakiś sposób wyróżnione jako struktura lub zdarzenie. Cecha ta właściwie nie kontrastuje z cechami symboli formalnych, w przypadku których nieciągłość i replikowalność jest właściwie oczywista. Jednak w przypadku struktur i zdarzeń fizycznych wyróżnialność i replikowalność jest nietrywialna i – jak zobaczymy niżej, może stanowić problem dla teorii poznania.

Wydaje się więc, że podejście które pozwalało na pojęciowe połączenie symbolu i dynamiki, istniało co najmniej od czasów „rewolucji poznawczej” w latach 60. Pozostawało w cieniu być może dlatego, że jego akceptacja, wymagająca redefinicji pojęcia symbolu, oznaczała zakwestionowanie prostego utożsamienia struktur umysłowych z systemami formalnymi, leżącego u podstaw metafory komputerowej umysłu (w jej ówczesnym kształcie). Taki ruch teoretyczny mógł być trudny w obliczu nagłego rozwoju maszyn liczących, znacznych środków finansowych przeznaczanych na ich podstawie na tworzenie sztucznych systemów inteligentnych oraz pozornych lub rzeczywistych sukcesów w tej dziedzinie.

II. Redefinicja symbolu a współczesna psychologia poznawcza: możliwości i obowiązki

Co zatem mogłoby obecnie skłonić psychologów poznawczych i kognitywistów do odejścia od twierdzeń o sprowadzalności umysłu do operacji na symbolach formalnych i podjęcia dialogu z wyrażonymi ponad 50 lat temu propozycjami nierozłączności symbolicznych i dynamicznych aspektów poznania? Argumentów za dokonaniem takiego zwrotu jest wiele, i niektóre z nich stały się, mam nadzieję, jasne w świetle powyższego wywodu. Należą do nich przede wszystkim wspomniane wyżej mankamenty każdego z podejść z osobna, a także rozwój nowych nurtów w psychologii poznawczej, będących konstruktywną reakcją na owe problemy. Nowe teorie psychologiczne próbują się odnieść do najważniejszych zarzutów wobec teorii „symbolicznych” i „dynamicznych”, usiłują budować między nimi pomosty, wskazywać na możliwe mechanizmy ugruntowania symboli czy „usymbolicznienia” dynamiki. Nowe programy badań eksperymentalnych powstają, by testować te propozycje. Mam tu na myśli przede wszystkim teorie poznania ucieleśnionego i rozproszonego oraz badania nimi inspirowane.

Sytuując proponowane podejście na mapie teorii psychologicznych, można stwierdzić, że jego założenia są częściowo przynajmniej zgodne z nurtem enaktywnym w psychologii (stanowiącym jeden z ważnych prekursorów ucieleśnionych teorii poznania – patrz np. Varela, Thompson, Rosch 1991). Perspektywa ta jest też zgodna z podstawowymi założeniami psychologii ekologicznej, dla której stanowi pożądane rozszerzenie w sferę tzw. wyższych procesów poznawczych i funkcjonowania społecznego i językowego. Dynamika interakcji i sposoby jej funkcjonalnego ograniczania są także istotnym polem badań dla innego, dość nowego nurtu, częściowo powiązanego z podejściem poznania ucieleśnionego, mianowicie poznania rozproszonego (Hutchins 1995a, 1995b; Cowley, Valée-Turangeaux 2013). Należy jednak

podkreślić, że nie wszystkie programy badawcze w wymienionych podejściach dostrzegają konieczność zmiany myślenia o umyśle jako formalnym systemie symboli. Postulat redefinicji symbolu nie wychodzi bowiem bezpośrednio od tych nurtów, lecz, jak wskazano wcześniej, od teoretyków informacji w organizmach żywych. Wydaje się jednak, że niektóre z tych podejść są (lub byłyby) zgodne z powyższym rozumieniem struktur symbolicznych, co wskazuje niżej.

Poznanie ucieleśnione

W nurcie poznania ucieleśnionego kładzie się nacisk na istotność działania w funkcjonowaniu poznawczym (np. Gibson 1966; Varela, Thompson, Rosch 1991; Wilson 2002; Galagher 2005). Bada się przy tym zarówno rzeczywiste zachowanie organizmu, jak też podłoże neurofizjologiczne owego zachowania. Obecnie coraz powszechniej w psychologii poznawczej przyjmuje się, że działania, realizowane przez konkretne ciało w konkretnym środowisku, mają wpływ na poznanie, jednak ważne jest, by rozróżnić dwa podejścia do ucieleśnienia we współczesnej psychologii poznawczej.

Według jednego z nich, nazwijmy je „symulacyjnym”, aby włączyć ciało i jego właściwości w „symboliczny” proces poznawczy, zastąpiono statyczne reprezentacje poznawcze reprezentacjami dynamicznymi, czyli symulacjami sytuacji bodźcowej oraz zachowania własnego i innych w danej sytuacji (np. Barsalou 2008). Drugi nurt, który kontynuuje tradycje gibsonizmu i enaktywizmu, skupia się raczej na naturalnej dynamice zachowania, dostosowanej do ograniczeń sytuacyjnych (np. Varela i in. 1990; Fowler, Goldstein 1993; Thelen, Smith 1994). Zarówno działający organizm, jak i środowisko zewnętrzne w sposób aktywny i ciągły kształtują zachowanie, nie ma zatem potrzeby tworzenia ich symulacji. Powstaje natomiast potrzeba kontroli naturalnej dynamiki, której wynikiem jest koordynacja organizmu w konkretnej sytuacji. Pierwsze podejście zachowuje więc pojęcie reprezentacji umysłowej, ale zastępuje statyczne reprezentacje dynamiczną symulacją, która jest źródłem predykcji. W drugim podejściu istotne jest badanie rzeczywistego zachowania, realizowanego przez dany układ fizyczny, nie zaś badanie jego wyniku (jak w behawioryzmie) ani też abstrakcyjnych struktur poznawczych, które nim zawiadują (jak w klasycznej metaforze komputerowej oraz w podejściu symulacyjnym). Zatem tylko w podejściu drugim redefinicja symbolu przynosi wyraźne korzyści, umożliwiając integrację rzeczywistej dynamiki zachowania i sposobu kontroli jego funkcjonalności. Podejście pierwsze stoi natomiast przed karkołomnym zadaniem określenia, w jaki sposób dynamika może być zasymulowana przez system poznawczy, aby w sposób trafny przewidzieć wynik własnych działań i przyszłe stany rzeczywistości.

Poznanie rozproszone

Drugim nurtem we współczesnej psychologii poznawczej, który wiąże się z potrzebą uwzględnienia dynamiki i sposobów jej funkcjonalnej kontroli, jest nurt poznania rozproszonego (np. Hutchins 1995), w którym podkreśla się, że procesy poznawcze organizmu są od momentu pierwszego zetknięcia ze światem zewnętrznym sprzężone i uzależnione od współobecności członków gatunku. Selekcja struktur i zachowań odbywa się zatem nie tylko w oparciu o kryteria efektywności poznania i działania jednostki, ale także o kryteria efektywności koordynacji, jaką dzięki danym strukturom czy zachowaniom można realizować (Christakis, Fowler 2009; Smaldino: w druku).

Zatem podczas gdy w przypadku poznania ucieleśnionego przyjmuje się, że poznanie kształtowane jest przez działanie (określonego organizmu w określonym środowisku), to w przypadku poznania rozproszonego wskazuje się na istotność kształtowania poznania przez współdziałanie z innymi. Proces kształtowania ma miejsce zarówno w czasie rzeczywistym, jak i w rozwoju, oraz w dłuższych skalach czasu ewolucji kulturowej i biologicznej. System poznawczy jest zatem przez ewolucję, rozwój i doświadczenia kulturowe przygotowywany do współdziałania. Jednostka jest wyposażona w mechanizmy „sprzęgania” poznania w funkcjonalne układy (Hutchins 1995), czyli w mechanizmy współdziałania (*joint action*) (Sebanz i in. 2006; van Schie i in. 2008; Galantucci, Sebanz 2009). Mimo intuicyjnego przeświadczenia o indywidualnej sprawczości inteligentnych działań, zasadne wydaje się zatem pytanie, czy indywidualny organizm jest jedyną możliwą „jednostką poznawczą”. Pojawiają się liczne próby konceptualizacji poznania „poza mózgiem”, sytuującego się w interakcji – zarówno z innymi (Hutchins 2005; Hutchins, Johnson 2009; Cowley 2003; De Jaegher, Di Paolo 2007), jak i z artefaktami kulturowymi (Clark 2008; zob. także Cowley, Vallée-Tourangeau 2013).

Podstawowy problem w nurcie rozproszonego poznania jest w zasadzie podobny do podstawowego problemu w nurcie poznania ucieleśnionego. Jest to problem funkcjonalnego sprzężenia stosunkowo niezależnych elementów, mających własną dynamikę. Dlatego modele integracji ruchowej, zmysłowej i międzyludzkiej stoją przed podobnymi wyzwaniem (Kelso 1995; Sorkin i in. 2001; Schmidt, Richardson 2008; Bahrami i in. 2010; Migdał i in. 2012; Fusaroli, Rączaszek-Leonardi, Tylén: w druku). Zarówno indywidualne działanie, jak i współdziałanie, usytuowane w środowisku, można rozumieć jako układ dynamiczny podlegający funkcjonalnej kontroli. Skoro według powyżej przedstawionego podejścia głównym celem innego spojrzenia na to, czym jest symbol, jest właśnie rozwiązanie problemu funkcjonalnej koordynacji, kontroli dynamiki współdziałających elementów w obliczu wyzwań środowiska, może ono w istotny sposób wspomóc owe nurty.

Jednak redefinicja symbolu wiąże się także z nowymi problemami i kwestiami wymagającymi pilnych rozwiązań. Jeśli bowiem przyznamy, że system poznawczy nakłada jedynie ograniczenia na naturalną dynamikę jednostki lub współdziałających jednostek, należy określić tę dynamikę, wskazać jej charakterystyczne skale czasu i właściwości. Funkcjonalne wiązanie stopni swobody odbywa się na przynajmniej kilku skalach czasu, co często umyka badaczom skoncentrowanym na procesach tu-i-teraz, czyli takich, które można obserwować introspekcyjnie lub w laboratorium.

Identyfikacja skal czasu

Poniżej wymieniam kilka z najistotniejszych skal czasu, kształtujących relacje między symbolami a dynamiką, co pozwoli zilustrować stopień złożoności, z jakim mamy do czynienia konstruując teorie układów poznających.

Skala czasu ewolucji biologicznej, gdzie (przekazywalne) geny dyrygują dynamicznymi procesami odpowiedzialnymi za konstrukcję fenotypu. W podejściu gibsonowskim już ta skala czasu ma kluczowe znaczenie dla poznania, gdyż to właśnie tu *senses* stają się *perceptual systems* (zmysły stają się układami percepcyjnymi), zdolnymi do wykrywania relewantnej informacji kierującej zachowaniem (Gibson 1966, 1979). Badania nad ewolucyjnymi zmianami adaptującymi gatunek do zmian środowiska wpisują się w ten nurt. Są one prowadzone na gatunkach o krótkim cyklu rozwoju (obserwacja ewolucji w laboratorium) oraz np. przez porównanie dzikich i udomowionych zwierząt tego samego lub podobnych gatunków. Badania dotyczą zarówno cech fenotypowych, jak i wzorców zachowania (Matos i in. 2000; Stryjek i in. 2012).

Skala czasu ewolucji kulturowej, dotycząca głównie naszego gatunku, w której wytwory człowieka i język naturalny mogą być postrzegane jako „konstrukcja niszy poznawczej” (Laland i in. 2001; Clark 2006). Wytwory człowieka pełnią funkcję trwałych (odtworzalnych) ograniczeń, do których człowiek dostosowuje zachowania. Doświadczenie ich i wplatanie w działanie kierunkuje zachowania (zarówno jednostkowe, jak i interakcyjne) w kulturowo określony sposób (Clark 2006; Rączaszek-Leonardi 2009). Zauważmy, że w ten sposób dynamika zachowania i interakcji kontrolowana jest w sposób niezwykle plastyczny. Nowe wzorce zachowań jednostkowych i interakcyjnych mogą powstać znacznie szybciej, niż gdyby wymagało to dostosowywania fenotypu w skali czasu ewolucji biologicznej.

Skala czasu rozwoju osobniczego, w której układ percepcja-zachowanie kształtowany jest dalej, od pierwszych dni w sposób kulturowo specyficzny, ściśle związany nie tylko z ciągłą interakcją z otoczeniem fizycznym, ale przede wszystkim z otoczeniem społecznym (Aitken, Trevarthen 2001; Cowley 2003). Badania dotyczące tej pierwszej prowadzone są już od dawna w ramach

wymienionych wcześniej programów badawczych Eleanor Gibson, Esther Thelen i Lindy Smith lub Alana Fogela. Jednak i badania dotyczące interakcji mają już dość długą tradycję. Pokazują one, że już od pierwszych dni po narodzinach (a nawet wcześniej) dziecko posiada mechanizmy dynamicznej synchronizacji z otaczającymi je ludźmi: koncentracji na twarzy i oczach innych osób (np. Field i in. 1982; Johnson i in. 1991; Farroni i in. 2003), imitacji (Meltzoff, Moore 1977), a nawet koordynacji zachowań w czasie w sposób umożliwiający ich naprzemiennosc (Murray, Trevarthen 1985).

Owa podstawowa koordynacja jest w procesie kolejnych interakcji ze światem (Bernstein 1967; Thelen, Smith 1994; Zanone i Kelso 1997) oraz z innymi ludźmi (Cowley 2003; Rączaszek-Leonardi i in. 2013) modelowana w sposób prowadzący do rozwoju funkcjonalnych zachowań. Ten drugi rodzaj koordynacji w przypadku człowieka w sposób kluczowy zależy od języka, kształtującego uwagę i wspólne zachowania w kulturowo specyficzny sposób (Rączaszek-Leonardi 2010, 2011; Rączaszek-Leonardi, Cowley 2012; Fusaroli i in. 2013).

Skala czasu bieżących działań jednostki i grup jednostek jest kolejną istotną skalą czasu, najbardziej chyba interesującą psychologów, a także – z racji jej dostępności w polu świadomości – filozofów. Według powyższej konceptualizacji, struktury symboliczne są zdarzeniami fizycznymi zanurzonymi w „naturalną” dynamikę systemu. W tej skali czasu owa „naturalna” dynamika jest obecnie coraz częściej przedmiotem badań. Są to zarówno kontynuacje pionierskich badań nad percepcją i działaniem oraz współdziałaniem w nurcie gibsonowskim (Fowler 1980; Kelso 1995; Turvey 1990; Schmidt, Richardson 2008), jak i badania nad podstawami interakcji w komunikacji językowej (np. Shockley i in. 2003; Dale, Kirkham, Richardson 2011) i synchronizacji działania, zarówno automatycznej (Schmidt i in. 1990; Richardson i in. 2007), jak i celowej (Riley i in. 2011; Konvalinka i in. 2010). Bardzo interesujące są badania interakcji w konkretnych zadaniach (zarówno prostych zadaniach percepcyjnych, jak i złożonych problemach), z jednoczesnym pomiarem behawioralnych (zachowania automatyczne), neuronalnych i fizjologicznych parametrów uczestników oraz synchronizacji tych parametrów (patrz np. Tognoli i in. 2007; Dumas 2011; Konvalinka i in. 2010; Tylén i Fusaroli 2012), czy koordynacją czasowych i częstotliwościowych charakterystyk mowy (Fusaroli i in. 2012; Rączaszek-Leonardi i in.: w przygotowaniu). Poznanie tych zachowań „rojowych” u ludzi jest konieczne, aby zrozumieć, jak później owa „bazowa” synchronizacja jest kształtowana przez sytuację oraz różne formy komunikacji (Rączaszek-Leonardi, Cowley 2012; Fusaroli i in. 2010; Fusaroli i in.: w druku).

Powyższe przykłady nie wyczerpują zbioru istotnych skal czasu właściwych dla dynamik dostosowywanych przez system poznawczy do działania

w środowisku, jednak już nawet te wymienione dają obraz o ogromnej złożoności. Sprawy komplikują się jeszcze bardziej, gdy zdamy sobie sprawę, że owe dynamiki nie są od siebie niezależne: np. bieżąca dynamika tu-i-teraz jest, owszem, „naturalną dynamiką”, lecz uformowaną w procesach dziejących się w wolniejszych skalach czasu. Z drugiej zaś strony, kryteria selekcji owych ograniczeń na wolniejszych skalach czasu (ewolucyjnej, kulturowej, ontogenetycznej) zależą od tego, jak dobrze jednostki mogą dzięki nim koordynować swoje zachowanie i współdziałanie tu-i-teraz.

Jak radzić sobie z taką wywołującą zawrót głowy złożonością? Wydaje się, że w takiej sytuacji właściwie jedynym sposobem konstrukcji teorii oddającej tę złożoność jest symulacja komputerowa (Cangelosi, Parisi 2002). Jednak czy zwrócenie się znów ku komputerom w procesie tworzenia teorii poznania nie jest – po całej powyższej tyradzie o nieadekwatności metafory komputerowej jako modelu dla umysłu człowieka – kapitulacją? Byłoby tak tylko wtedy, gdybyśmy uznali, że to zdolność komputerów do algorytmicznego przetwarzania danych jest cechą pożądaną w tworzeniu modeli poznania. W przedstawianym tu podejściu to jednak inne cechy działania komputerów są kluczowe: nie jest to ich zdolność do implementacji formalnych systemów logicznych, lecz zdolność modelowania złożonych procesów dynamicznych: ciągłych, nieliniowych oddziaływań, procesów stochastycznych i procesów selekcji.

Forma teorii psychologicznej: granice przewidywalności

Tworząc teorię poznania w postaci symulacji dynamiki ograniczanej przez struktury symboliczne, należy pogodzić się z tym, że odkrywane według niej prawa i generalizacje będą miały inną formę niż przewidywane w latach 60. przez Simona programy komputerowe. Załóżmy bowiem nawet, że zidentyfikujemy wszelkie replikowalne struktury będące ograniczeniami dynamiki, które są istotne dla poznania człowieka. Nawet wtedy ich działanie będzie zawsze nieprzewidywalne, zależne od procesów dynamicznych, więc w modelu możemy co najwyżej zawrzeć ową nieprzewidywalność. A zatem oznacza to pogodzenie się z idiosynkratycznością każdego procesu, czyli z jego ograniczoną generalizowalnością.

Wiele lat po ogłoszeniu słynnej pracy dotyczącej uniwersalnej maszyny, a na kilka lat przed swoją przedwczesną śmiercią, Alan Turing zajmował się matematyczną teorią procesów, które nie poddają się łatwo algorytmizacji: procesów morfogenezy. W swoim znakomitym artykule, który potem stał się wzorem i podstawą wielu prac dotyczących formowania się struktur naturalnych, dał wyraz owej idiosynkratyczności systemów, w których mamy do czynienia z dynamiką:

Most of an organism, most of the time, is developing from one pattern into another, rather than from homogeneity into a pattern. One would like to be able to follow this more general process mathematically also. The difficulties are, however, such that one cannot hope to have any very embracing theory of such processes, beyond the statement of the equations. It might be possible, however, to treat few particular cases in detail with the aid of a digital computer. This method has the advantage that it is *not so necessary to make simplifying assumptions as it is when doing a more theoretical type of analysis*. (...) The essential disadvantage of the method is that *one only gets results for particular cases* (Turing 1952) [podkreślenie – J.R.-L.].

Wydaje się, że ta idiosynkratyczność wytycza granice (zapewne jedne z wielu) naszego poznania i przewidywania zachowań organizmów żywych. Generalizacje, jak w każdym innym systemie dynamicznym, którego naturę badamy, są oczywiście możliwe i pożądane. Jednak dlatego, że mamy do czynienia z bytami historycznymi, nie będą to generalizacje w sensie praw fizycznych. Zawsze bowiem jest możliwe, że do końca nieprzewidywalna dynamika wyłamie się z ograniczeń narzuconych przez symbolicznie opisane struktury. W ten sposób dotarliśmy do banalnego stwierdzenia o nieredukowalności historycznej trajektorii systemu poznawczego w przestrzeni stanów do deterministycznie wyznaczonej ścieżki. Jednak dotarcie do banalnego stwierdzenia z nieco innego kierunku, tym razem motywowanego uznaniem istotności dynamiki, w przypadku której powody nieprzewidywalności są znane, pozwala lepiej zrozumieć przyczyny tej oczywistości, a co za tym idzie, granice przewidywania.

Podsumowanie

Powyżej przedstawiono propozycję alternatywnego podejścia do procesów poznawczych, wywodzącego się z wczesnych teorii informacji w organizmach żywych. Podejście to, w swej współczesnej odsłonie, jest na początku swej drogi. Do najważniejszych zadań należy identyfikacja istotnych procesów dynamicznych na różnych, zagnieżdżonych skalach czasu i w różnych, zależnych od siebie systemach, oraz wskazanie struktur fizycznych, które mogą pełnić funkcje przekazywalnych ograniczeń.

W stosunku do tradycyjnej psychologii poznawczej podejście to oznacza przede wszystkim zwrot w kierunku badania procesów dynamicznych. Oznacza także uznanie, że procesy istotne dla poznania jednostki nie są zlokalizowane jedynie w jej indywidualnym umyśle. Co więcej, nasze subiektywne doświadczanie rzeczywistości może działać „w służbie” koordynacji między jednostkami (Rączaszek-Leonardi 2009). Uzmysłowanie sobie kolektywności i rozproszenia procesów poznawczych stanowić może trudność w pojęciowym zintegrowaniu takiego podejścia z głównymi celami psychologii, która

od wieków usiłuje wyjaśnić nie tylko zachowanie, ale także jak i dlaczego doświadczamy świata w ten, a nie inny sposób. Jak bowiem pogodzić fakt, że jednostkowe doświadczanie może prowadzić do działań, które są sensowne na kolektywnym poziomie, z tym, że, jak pisze Harnad (2005), „cognition is thinking”, myślenie zaś czymś jednostkowo odczuwanym?

Cena za wyjaśnienie kontekstowości poznania i częściowe oswojenie tajemniczych „reprezentacji symbolicznych” jest zatem wysoka: 1) pogodzenie się z „psychologią słabych więzów”, czyli obrazem zachowania kontrolowanego przez ogromną liczbę wewnętrznych i zewnętrznych ograniczeń, działających w obrębie różnych systemów i różnych skal czasu, co w większości przypadków oznacza brak możliwości eleganckich generalizacji, 2) pogodzenie się z tym, że jednostkowe poznanie może być środkiem do osiągnięcia kolektywnych celów, które nie są dostępne świadomości. Czas pokaże, czy tę cenę warto zapłacić.

Bibliografia

- Auletta G. (2011), *Cognitive Biology: Dealing with Information From Bacteria to Minds*, Oxford University Press.
- Baars B.J. (1986), *The Cognitive Revolution in Psychology*, New York, NY: The Guilford Press.
- Bahrami B., Olsen K., Latham P.E., Roepstorff A., Rees G., Frith C.D. (2010), *Optimally Interacting Minds*, „Science” 329 (5995), s. 1081–1085.
- Barsalou L. (1992), *Cognitive Psychology: An Overview for Cognitive Scientists*, New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates.
- Barwise J., Perry J.R. (1983), *Situations and Attitudes*, Cambridge, MA: Bradford Books/The MIT Press.
- Beer R.D., Gallagher J.C. (1992), *Evolving Dynamical Neural Networks for Adaptive Behavior*, „Adaptive Behavior” 1, s. 91–122.
- Beer R.D. (1995), *A Dynamical Systems Perspective on Agent-Environment Interaction*, „Artificial Intelligence” 72, s. 173–215.
- Bekkering H., Bruijn E.R., Cuijpers R.H., Newman-Norlund R., Schie H.T., Meulenbroek R. (2009), *Joint Action: Neurocognitive Mechanisms Supporting Human Interaction*, „Topics in Cognitive Science” 1, s. 340–352.
- Bernstein N.A. (1967), *Coordination and Regulation of Movement*, New York: Pergamon Press.
- Brooks R. (1990), *Elephants Don't Play Chess*, „Robotics and Autonomous Systems” 6, s. 3–15.

- Cangelosi A., Parisi D. (2002), *Computer Simulation: A New Scientific Approach to the Study of Language Evolution*, w: A. Cangelosi, D. Parisi (eds.), *Simulating the Evolution of Language*, London: Springer, s. 3–28.
- Cariani P. (2001), *Symbols and Dynamics in the Brain*, „Biosystems” 60, s. 59–83.
- Chomsky N. (1957), *Syntactic Structures*, The Hague: Mouton.
- Christakis N.A., Fowler J.H. (2009), *Connected: The Surprising Power of Our Social Networks and How They Shape Our Lives*, New York: Little, Brown and Company.
- Clark A. (2006), *Language, Embodiment, and the Cognitive Niche*, „Trends in Cognitive Science” 10, s. 370–374.
- Clark A. (2008), *Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension*, New York: Oxford University Press.
- Cowley S.J. (2003), *Distributed Cognition at Three Months: Caregiver-Infant Dyads in KwaZulu-Natal*, „Alternations” 10, 2, s. 229–257.
- Cowley S.J., Vallée-Tourangeau F. (eds.) (2013), *Cognition Beyond the Brain. Computation, Interactivity and Human Artifice*, Springer.
- Dale R., Kirkham N.Z., Richardson D.C. (2011), *The Dynamics of Reference and Shared Visual Attention*, „Frontiers in Psychology” 355, 2.
- De Jaegher H., Di Paolo E. (2007), *Participatory Sense-Making: An Enactive Approach to Social Cognition*, „Phenomenology and the Cognitive Sciences” 6, 4, s. 485–507.
- Dehaene S., Bossini S., Giraux P. (1993), *The Mental Representation of Parity and Numerical Magnitude*, „Journal of Experimental Psychology. General” 122, s. 371–396.
- Dreyfus H. (1965), *Alchemy and Artificial Intelligence*, RAND Corporation Paper P3244 (AD 625 719).
- Dreyfus H. (1972), *What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason*, New York: Harper, Row.
- Dreyfus H. (1990), *What Computers Still Can't Do: A Critique of Artificial Reason*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Dumas G. (2011), *Towards a Two-Body Neuroscience*, „Communicative and Integrative Biology” 4, s. 349–352.
- Eysenck W.M., Keane M.T. (1990), *Cognitive Psychology: A Students Handbook*, London: Lawrence Erlbaum.
- Farroni T., Mansfield E.M., Lai C., Johnson M.H. (2003), *Infants Perceiving and Acting on the Eyes: Tests of an Evolutionary Hypothesis*, „Journal of Experimental Child Psychology” 85, s. 199–212.
- Fodor J.A., Pylyshyn Z.W. (1981), *How Direct Is Visual Perception? Some Reflections on Gibson's 'Ecological Approach'*, „Cognition” 9, s. 139–196.

- Fowler C.A. (1980), *Coarticulation and Theories of Extrinsic Timing*, „Journal of Phonetics” 8, 1, s. 113–133.
- Freeman W.J., Skarda C.A. (1990), *Representations: Who Needs Them?*, w: J.L. McGaugh, N.M. Weinberger, G. Lynch (eds.), *Brain Organization and Memory*, New York, NY: Oxford University Press, s. 375–380.
- Fusaroli R., Bahrami B., Olsen K., Roepstorff A., Rees G., Frith C., Tylén K. (2012), *Coming to Terms: Quantifying the Benefits of Linguistic Coordination*, „Psychological Science” 23, 8, s. 931–939.
- Fusaroli R., Tylén K., Rączaszek-Leonardi J. (w druku), *Dialogue as Synergy*, „New Ideas in Psychology”.
- Galantucci B., Sebanz N. (2009), *Joint Action: Current Perspectives*, „Topics in Cognitive Science” 1, s. 255–259.
- Gallagher S. (2005), *How the Body Shapes the Mind*, Oxford: Oxford University Press.
- Gibson J.J. (1966), *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Boston: Houghton-Mifflin.
- Gibson J.J. (1979), *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston: Houghton Mifflin.
- Goodale M.A., Milner A.D. (1992), *Separate Visual Pathways for Perception and Action*, „Trends in Neurosciences” 15, 1, s. 20–25, DOI: 10.1016/0166-2236(92)90344-8
- Greeno J.G. (1994), *Gibson’s Affordances*, „Psychological Review” 101, 2, s. 336–342.
- Haken H. (1977), *Synergetics*, Berlin: Springer.
- Haken H. (1990), *Synergetics as a Tool for the Conceptualization and Mathematization of Cognition and Behavior – How Far Can We Go?*, w: H. Haken, M. Stadler (eds.), *Synergetics of Cognition*, Berlin: Springer, s. 2–31.
- Haken H., Kelso J.A.S., Bunz H. (1985), *A Theoretical Model of Phase Transitions in Human Hand Movements*, „Biological Cybernetics” 51, s. 347–356.
- Harnad S. (1990), *The Symbol Grounding Problem*, „Physica D” 42, s. 335–346.
- Harnad S. (2005), *Distributed Processes, Distributed Cognizers and Collaborative Cognition*, „Pragmatics and Cognition” 13, 3, s. 501–514.
- Heft H. (1989), *Affordances and the Body: An Intentional Analysis of Gibson’s Ecological Approach to Visual Perception*, „Journal for the Theory of Social Behaviour” 19, 1, s. 1–30.
- Heft H. (2001), *Ecological Psychology in Context: James Gibson, Roger Baker, and the Legacy of William James’s Radical Empiricism*, Lawrence Erlbaum Associates.
- Hutchins E. (1995a), *Cognition in the Wild*, MIT Press: Cambridge, MA.

- Hutchins E. (1995b), *How a Cockpit Remembers Its Speeds*, „Cognitive Science” 19, s. 265–288.
- Jeannerod M. (2006), *Motor Cognition: What Actions Tell the Self*, Oxford University Press.
- Kawamoto A.H. (1993), *Nonlinear Dynamics in the Resolution of Lexical Ambiguity: A Parallel Distributed Processing Account*, „Journal of Memory and Language” 32, s. 474–516.
- Kelso J.A.S. (1990), *Phase Transitions: Foundations of Behavior*, w: H. Haken (ed.), *Synergetics of Cognition*, Berlin: Springer, s. 249–268.
- Kelso J.A.S. (1995), *Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Kelso, J.A.S. (2003), *Cognitive Coordination Dynamics*, w: W. Tschacher, J.P. Dauwalder (eds.), *The Dynamical Systems Approach to Cognition: Concepts and Empirical Paradigms Based on Self-Organization, Embodiment and Coordination Dynamics*, Singapore: World Scientific, s. 45–71.
- Kelso J.A.S., DelColle J., Schöner G. (1990), *Action-Perception as a Pattern Formation Process*, w: M. Jeannerod (ed.), *Attention and Performance XIII*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, s. 139–169.
- Kelso J.A.S., Tuller B., Bateson E.-V., Fowler C.A. (1984), *Functionally Specific Articulatory Cooperation Following Jaw Perturbations during Speech: Evidence for Coordinative Structures*, „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 10, s. 812–832.
- Konvalinka I., Vuust P., Roepstorff A., Frith C.D. (2010), *Follow You, Follow Me: Continuous Mutual Prediction and Adaptation in Joint Tapping*, „Quarterly Journal of Experimental Psychology” 4, s. 1–11.
- Kugler P., Kelso J.A.S., Turvey M.T. (1980), *On the Concept of Coordinative Structures as Dissipative Structures*, w: G. Stelmach, J. Requin (eds.), *Tutorials in Motor Behavior*, Amsterdam: North-Holland.
- Kugler P.N., Turvey M.T. (1987), *Information, Natural Law, and the Self-Assembly of Rhythmic Movement*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kuhn T. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press.
- Lachman R., Lachman J.L., Butterfield E.C. (1979), *Cognitive Psychology and Information Processing*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Leahey T.H. (2004), *A History of Psychology: Main Currents in Psychological Thought*, London: Pearson Prentice Hall.
- Lee D.N. (1976), *A Theory of Visual Control of Braking Based on Information about Time-to-Collision*, „Perception” 5, 4, s. 437–459.
- Mace W.M. (1977), *James J. Gibson’s Strategy for Perceiving: Ask Not What’s Inside Your Head, But What Your Head’s Inside Of*, w: R.E. Shaw, J. Bransford (eds.), *Perceiving, Acting, and Knowing*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Matos M., Rose M.R., Pite M.T.R., Rego C., Avelar T. (2000), *Adaptation to the Laboratory Environment in Drosophila subobscura*, „Journal of Evolutionary Biology” 13, s. 9–19.
- McClelland J.L. (2009), *The Place of Modeling in Cognitive Science*, „Topics in Cognitive Science” 1, s. 11–38.
- Meltzoff A.N., Moore M.K. (1977), *Imitation of Facial and Manual Gestures by Human Neonates*, „Science” 198, s. 75–78.
- Migdał P., Rączaszek-Leonardi J., Denkiewicz M., Plewczyński D. (2012), *Information-Sharing and Aggregation Models for Interacting Minds*, „Journal of Mathematical Psychology” 56, s. 417–426.
- Murray L., Trevarthen C. (1985), *Emotional Regulation of Interactions Between Two-Month-Olds and Their Mothers*, w: T.M. Field, N.A. Fox (eds.), *Social Perception in Infants*, Norwood, NJ: Ablex Publishers, s. 177–197.
- Neisser U. (1976), *Cognition and Reality: Principles and Implications of Cognitive Psychology*, San Francisco: W.H. Freeman.
- Neisser U. (1994), *Multiple Systems. A New Approach to Cognitive Theory*, „European Journal of Cognitive Psychology” 6, 3, s. 225–241.
- Neumann von J. (1966), *The Theory of Self-replicating Systems*, w: A.W. Burks (ed.), *Theory of Self-Reproducing Automata*, University of Illinois Press: Urbana.
- Newell A., Simon H.A. (1976), *Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search*, „Communications of the ACM” 19, 3, s. 113–126.
- Pattee H.H. (1969), *How Does a Molecule Become a Message?*, „Developmental Biology Supplement” 3, s. 1–16.
- Pattee H.H. (1972), *Laws and Constraints, Symbols and Languages*, w: C.H. Waddington (ed.), *Towards a Theoretical Biology 4. Essays*, Edinburgh: Edinburgh University Press, s. 248–258.
- Pattee H.H. (1982), *Cell Psychology: An Evolutionary Approach to the Symbol-Matter Problem*, „Cognition and Brain Theory” 4, 5, s. 325–341.
- Pattee H.H. (1987), *Instabilities and Information in Biological Self-Organization*, w: F.E. Yates (ed.), *Self-Organizing Systems: The Emergence of Order*, New York: Plenum, s. 325–338.
- Pattee H.H. (2001), *The Physics of Symbols: Bridging the Epistemic Cut*, „Bio-Systems” 60, s. 5–21.
- Pattee H.H. (2006), *The Physics of Autonomous Biological Information*, „Biological Theory” 1, 3, s. 224–226.
- Pattee H.H., Rączaszek-Leonardi J. (2012), *Laws, Language and Life*, Dordrecht: Springer.
- Polanyi M. (1946), *Science, Faith, and Society*, Oxford University Press.
- Polanyi M. (1958), *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*, University of Chicago Press.

- Polanyi M. (1968), *Life's Irreducible Structure*, „Science” 160, s. 1308–1312.
- Popper K. (1972), *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, Oxford: Oxford University Press.
- Popper K. (1977), *Logika odkrycia naukowego*, Warszawa: PWN.
- Rączaszek-Leonardi J. (2009), *Symbols as Constraints: The Structuring Role of Dynamics and Self-Organization in Natural Language*, „Pragmatics and Cognition” 17, 3, s. 653–676; przedruk w: S.J. Cowley (ed.), *Distributed Language*, s. 161–184, Amsterdam: John Benjamins.
- Rączaszek-Leonardi J. (2010), *Multiple Time-Scales of Language Dynamics: An Example from Psycholinguistics*, „Ecological Psychology” 22, 4, s. 269–285.
- Rączaszek-Leonardi J., Cowley S.J. (2012), *The Evolution of Language as Controlled Collectivity*, „Interaction Studies” 13, 1, s. 1–16.
- Rączaszek-Leonardi J., Kelso J.A.S. (2008), *Reconciling Symbolic and Dynamic Aspects of Language: Toward a Dynamic Psycholinguistics*, „New Ideas in Psychology” 26, 2, s. 193–207.
- Rączaszek-Leonardi J., Nomikou I., Rohlfing K. (2013), *Young Children's Dialogical Actions: The Beginnings of Purposeful Intersubjectivity*, „IEEE Transactions in Autonomous Mental Development” 5, 3, s. 210–221.
- Reddy M.J. (1979), *The Conduit Metaphor: A Case of Frame Conflict in Our Language about Language*, w: A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, Cambridge: Cambridge University Press, s. 284–310.
- Reed E.S. (1996), *Encountering the World: Toward an Ecological Psychology*, New York: Oxford University Press.
- Riley M.A., Richardson M.J., Shockley K., Ramenzoni V.C. (2011), *Interpersonal Synergies*, „Frontiers in Psychology” 2, 38.
- Schmidt R.C., Carello C., Turvey M.T. (1990), *Phase Transitions and Critical Fluctuations in the Visual Coordination of Rhythmic Movements Between People*, „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 2, 16, s. 227–247.
- Schmidt R.C., O'Brien B. (1997), *Evaluating the Dynamics of Unintended Interpersonal Coordination*, „Ecological Psychology” 9, s. 189–206.
- Schmidt R.C., Richardson M.J. (2008), *Dynamics of Interpersonal Coordination*, w: A. Fuchs, V. Jirsa (eds.), *Coordination: Neural, Behavioral and Social Dynamics*, New York: Springer, s. 281–308.
- Searle J.R. (1980), *Minds, Brains and Programs*, „Behavioral and Brain Sciences” 3, s. 417–424.
- Searle J.R. (1992), *The Rediscovery of the Mind*, Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
- Sebanz N., Bekkering H., Knoblich G. (2006), *Joint Action: Bodies and Minds Moving Together*, „Trends in Cognitive Sciences” 10, 2, s. 70–76.

- Shockley K., Santana M.V., Fowler C.A. (2003), *Mutual Interpersonal Postural Constraints Are Involved in Cooperative Conversation*, „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 29, 2, s. 326–332.
- Smaldino P.E. (w druku), *The Cultural Evolution of Emergent Group-Level Traits*, „Behavioural and Brain Sciences”.
- Smith R. (1997), *The Fontana History of the Human Sciences*, London: Fontana Press.
- Smolensky P. (1988), *On the Proper Treatment of Connectionism*, „The Behavioral and Brain Sciences” 11, s. 1–23.
- Solso R.L. (1991), *Cognitive Psychology*, Allyn and Bacon.
- Sorkin R., Hays C. (2001), *Signal-Detection Analysis of Group Decision Making*, „Psychological Review” 108, s. 183–203.
- Steels L., Belpaeme T. (2005), *Co-ordinating Perceptually Grounded Categories through Language: A Case Study for Colour*, „Behavioural and Brain Sciences” 68, s. 469–489.
- Stephen D.G., Boncoddio R.A., Magnuson J.S., Dixon J.A. (2009), *The Dynamics of Insight: Mathematical Discovery as a Phase Transition*, „Memory & Cognition” 37, s. 1132–1149.
- Stryjek R., Modlińska K., Pisula W. (2012), *Species Specific Behavioural Patterns (Digging and Swimming) and Reaction to Novel Objects in Wild Type, Wistar, Sprague-Dawley and Brown Norway Rats*, „PLoS One” 7, DOI: 10.1371/journal.pone.0040642.
- Thelen E., Kelso J.A.S., Fogel A. (1987), *Self-Organizing Systems and Infant Motor Development*, „Developmental Review” 7, s. 39–65.
- Thelen E., Smith L.B. (1994), *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action*, Cambridge, MA: Bradford Books/MIT Press.
- Tognoli E., Lagarde J., Deguzman G.C., Kelso J.A.S. (2007), *The Phi Complex as a Neuromarker of Human Social Coordination*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 104, s. 8190–8195.
- Turing A.M. (1936), *On Computable Numbers. With an Application to the Entscheidungsproblem*, „Proceedings of the London Mathematical Society” 42, 2.
- Turing A.M. (1952), *The Chemical Basis of Morphogenesis*, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London” B, 237, s. 37–72.
- Turvey M.T. (1990), *Coordination*, „American Psychologist” 45, s. 938–953.
- Turvey M.T., Carello C. (1981), *Cognition: The View from Ecological Realism*, „Cognition” 10, s. 313–321.
- Turvey M.T., Shaw R.E., Reed E.S., Mace W.M. (1981), *Ecological Laws of Perceiving and Acting: In Reply to Fodor and Pylyshyn*, „Cognition” 9, s. 237–304.

- Tylén K., Fusaroli R. (2012), *Heart Rate Synchronization in a Collective and Creative Construction Task*, złożone do „Cognitive Sciences”.
- Van Schie H.T., van Waterschoot B.M., Bekkering H. (2008), *Understanding Action Beyond Imitation: Reversed Compatibility Effects of Action Observation in Imitation and Joint Action*, „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 34, s. 1493–1500.
- Varela F.J., Thompson E., Rosch E. (1991), *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Warren W.H. (1984), *Perceiving Affordances: Visual Guidance of Stair Climbing*, „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 10, s. 683–703.
- Wheeler M. (2005), *Reconstructing the Cognitive World: The Next Step*, MIT Press.
- Wilson M. (2002), *Six Views of Embodied Cognition*, „Psychonomic Bulletin and Review” 9, s. 625–636.
- Zanone P.G., Kelso J.A.S. (1997), *The Coordination Dynamics of Learning and Transfer: Collective and Component Levels*, „Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance” 23, 5, s. 1454–1480.

Streszczenie

W niniejszym artykule krótko przypominam dwa główne nurty teoretyczne w psychologii poznawczej: nurt psychologii przetwarzania informacji i nurt psychologii ekologicznej. Wskazuję na różnice w rozumieniu podstawowych pojęć („poznanie”, „inteligencja”) oraz związane z tym różnice w zakresie interesujących je zjawisk. Następnie przedstawiam próby wyjścia poza redukcjonistyczne tendencje obu nurtów w kierunku integracji tych podejść. Niektóre programy integracji proponowały istnienie modułów systemu poznawczego, działających według zasad opisanych przez owe alternatywne podejścia. Tu jednak zwracam szczególną uwagę na teorię, według której rzeczywista integracja może nastąpić tylko w wyniku redefinicji pojęcia „symbolu”, a co za tym idzie, pojęcia „znaczenia”. Owa redefinicja czyni symbole i dynamikę komplementarnymi, nieredukowalnymi do siebie, koniecznymi elementami opisu systemów poznawczych. Wymieniam współczesne nurty w psychologii poznawczej, które są zgodne z taką perspektywą. Następnie pokazuję, że taki sposób integracji symboli i dynamiki wiąże się z zaakceptowaniem pewnej granicy przewidywalności w badaniach systemów poznających oraz ze zmianą roli symulacji komputerowych w tworzeniu teorii tych systemów.