AVANT, wol. IV, nr 2/2013
ISSN: 2082-6710 avant.edu.pl
DOI: 10.12849/40202013.0709.0007

Poznanie ucieleśnione i magiczna przyszłość projektowania interakcji[61]

David Kirsh
University of California at San Diego
kirsh[]ucsd.ed
Przyjęto: 15 czerwca 2013; zaakceptowano: 18 lipca 2013; opublikowano: jesień 2013.

Przekład: Łukasz Afeltowicz

Streszczenie

Teoria poznania ucieleśnionego może zaoferować teoretykom oraz praktykom HCI (*Human-Computer-Interaction*) nowe ujęcia interakcji oraz wskazówki, jak projektować lepsze rozwiązania. Na poparcie tej tezy przytaczam [i bronię] cztery twierdzenia o poznaniu: (1) interakcja z narzędziami zmienia sposób naszego myślenia oraz percepcji; gdy manipulujemy narzędziami, szybko zostają one wchłonięte w schemat naszego ciała, a to zasadniczo zmienia sposób postrzegania oraz pojmowania środowiska; (2) myślimy za pomocą naszych ciał, a nie tylko mózgów; (3) więcej dowiadujemy się, wykonując coś samodzielnie, niż tylko patrząc; chociaż nasz system rezonansu motorycznego jest silnie pobudzony, gdy obserwujemy innych ludzi wykonujących jakieś czynności, to częstokroć samodzielne wykonywanie tych czynności jest lepszą [metodą nauki] niż obserwacja innych; (4) niekiedy dosłownie *myślimy* za pomocą rzeczy. Te cztery idee mają istotne implikacje dla prac projektowych, szczególnie w dziedzinie „namacalnych", fizycznych oraz wrażliwych na kontekst interfejsów użytkownika oraz systemów teleobecności.

Słowa kluczowe: interakcja człowiek-komputer; poznanie ucieleśnione; poznanie usytuowane; projektowanie interakcji; „namacalne" interfejsy; obliczanie fizyczne; symulacja mentalna.

[61] Pierwsza wersja niniejszego tekstu została opublikowana w *ACM Transactions on Computer Human Interaction* 20/1 w marcu 2013 r. (artykuł nr 3). Przekład niniejszej wersji publikowany jest za uprzejmą zgodą właściciela praw do tego tekstu.

1. Wprowadzenie

Dzięki teorii poznania ucieleśnionego możemy w nowy sposób myśleć o ciałach, umyśle oraz technologii. Za sprawą tego podejścia projektowanie już nigdy nie będzie takie jak dotąd.

Zapowiedzią zbliżających się zmian jest ucieleśniona koncepcja narzędzia. Gdy ktoś chwyta narzędzie, neuronalna reprezentacja jego schematu ciała zmienia się: postrzegana przez agenta przestrzeń okołocielesna ulega rekalibracji, by objąć swym zasięgiem kraniec narzędzia (L`adavas 2002). Wraz ze wzrostem poziomu biegłości narzędzie zmienia naszą percepcję, sposób widzenia i działania, wreszcie – zmienia pojęcie oraz sposób myślenia o rzeczach. Przywodzi to na myśl znane stwierdzenie Marshalla McLuhana: „kształtujemy nasze narzędzia, a potem one kształtują nas" (McLuhan 2004: 138). Laska zmienia kontakt niewidomego ze światem oraz pojęcie o nim; skrzypce zmieniają zakres dźwięków, którymi może posługiwać się muzyk, rolki zmieniają prędkość fizyczną, ale również odbiór niebezpieczeństwa, sposobu kroczenia oraz dystansu. Wszystkie te narzędzia wpływają na to, jak odbieramy, wykorzystujemy i wchodzimy w interakcję ze światem. Zmieniają nasz sposób myślenia. Technologia cyfrowo wspomaga narzędzia, a my z czasem przejmujemy ich nowe możliwości. Czy istnieje jakaś granica rozwoju naszych ludzkich mocy poznawczych? Czy istnieją jakieś wytyczne, jak [dzięki technologii] optymalnie rozwijać i przekształcać własny umysł?

Zastanówmy się dłuższą chwilę nad tym, jak zmienią nas rozwijane obecnie narzędzia. Zacznijmy od ich wpływu na naszą percepcję: będziemy mogli ogarnąć naszymi zmysłami ukryte wzorce, zjawiska mikroskopowe oraz te, które są dla nas zbyt odległe, a także te, które pozostają poza spektrum docierających do nas bodźców, i wszystkie one będą w pomysłowy sposób wizualizowane. Jeżeli chodzi o wpływ przyszłych narzędzi na nasze możliwości działania, to wspomagani przez technologie będziemy mogli posługiwać się mikromilimetrowymi skalpelami, zbyt małymi dla rąk, z którymi się rodzimy, będziemy w stanie sterować z milisekundową precyzją pojazdami wielkości boisk futbolowych lub na tyle małymi, że zmieszczą się w tętnicy. Nasza przyszłość to [szeroko pojmowane] protezy: czeka nas świat skomplikowanych sprzężeń zwrotnych oraz działań poprzez interakcje wspomagane technologicznie. To wszystko jednak jest dość oczywiste.

Mniej oczywiste jest to, jak nowe narzędzia zredefiniują nasz świat przeżywany: jak będziemy pojmowali to, jak i co właściwie robimy. Za sprawa nowych narzędzi możemy podejmować się zupełnie nowych form działania i osiągać to, co wcześniej było niedostępne. W efekcie przewidywanie przyszłości staje się zadaniem niemal niewykonalnym. Projektanci muszą zrozumieć dynamiczne relacje między wynalazkami, koncepcjami oraz poznaniem.

Relacje te są nie tylko złożone, lecz również ulegają ciągłym zmianom. Dobre projekty wymagają dobrych fantazji naukowych, a te z kolei domagają się solidnych nauk kognitywnych

Przejdźmy do roli, jaką ciało odgrywa w poznaniu. Jest to druga wskazówka dotycząca czekającej nas przyszłości. W przeciągu ostatnich dwudziestu lat formowała się nowa teoria umysłu, zgodnie z którą fizyczne elementy naszego ciała odznaczają się w naszych myślach. Pełnosprawni ludzie myślą za pomocą ciała w sposób, który jest niedostępny dla osób sparaliżowanych. Jeżeli tak jest naprawdę, oznacza to, że myśli nie przebiegają wyłącznie w mózgu, lecz rozciągają się, są rozproszone w ciele oraz korze mózgowej; co sugeruje, że części naszego ciała, z uwagi na ścisłe powiązanie z nami, mogą funkcjonować jako składowe systemu poznawczego, częściowo kształtując to, jak myślimy.

Przed nadejściem teorii poznania ucieleśnionego, usytuowanego i rozproszonego „myślenie" uznawano za coś, co zachodzi wyłącznie w głowie. Głos i gest pojmowano jako sposób uzewnętrzniania myśli, a nie coś, co je współtworzy. Uznawano, że myśli rodzi się wewnątrz nas i dopiero potem wyrażana jest na zewnątrz. Wszystko poza mózgiem było traktowane jako elementy poboczne. Wypowiedzi, gestów i aktywności cielesnej nie uznawano za składowe procesu myślenia; stanowiły ekspresję myśli, były jedynie dowodem, że procesy myślowe już się rozegrały wewnątrz. Gestykulacja, wypowiedzi i fizyczne działania nie jawiły się jako coś niezbędnego dla myślenia.

Według nowszych ujęć myślenie to proces rozproszony i interaktywny. Części ciała mogą być – dosłownie – składowymi procesów myślowych. W przypadku jakiegoś procesu, gdy zmieniasz jego dowolny kluczowy element w sposób funkcjonalnie istotny, jednocześnie zmieniasz sposób działania całego systemu. W przypadku procesów myślowych oznacza to, że istotna zmiana ciała lub głosu może wpłynąć na to, jak myślimy. Być może gdy mówimy szybciej, przyśpieszamy nasze procesy myślowe. Być może gdy zmienimy nasze ciała w wystarczającym stopniu, będziemy w stanie pomyśleć o rzeczach obecnie nie do pomyślenia. Może na przykład jakaś nowa proteza poznawcza pozwoli nam konceptualizować rzeczy, które dotychczas były poza naszym zasięgiem. I nie chodzi tu wyłącznie o dwudziestą po przecinku cyfrę liczby pi! Chodzi raczej o nowe pojmowanie liczby pi; sposób, który byłby *zasadniczo* różny od tych, które obecnie znamy i stosujemy. Jeśli współczesne teorie z zakresu kognitywistyki są poprawne, ciała niosą za sobą zdecydowanie większe konsekwencje dla poznania niż przypuszczaliśmy.

Powyższą wizję można uogólnić, stosując ją nie tylko do naszych ciał, ale również do przedmiotów, z którymi wchodzimy w interakcje. Skoro narzędzie może niekiedy zostać wchłonięte w schemat ciała, to dlaczego mielibyśmy zawężać to, co poznawcze, wyłącznie do sfery, której granicę wyznacza nasza skóra? Dlaczego nie mielibyśmy przyznać, że ludzie i być może niektóre inne wyższe zwierzęta mogą myśleć za pomocą rzeczy, które nie stanowią inte-

gralnych – w fizycznym lub biologicznym znaczeniu tego słowa– części ich ciał, oczywiście przy założeniu, że dana istota i rzecz są ze sobą w odpowiedni sposób sprzęgnięte? A skoro można myśleć za pomocą narzędzi, to dlaczego nie przyjąć jeszcze silniejszej wersji tej hipotezy: dowolny przedmiot, jeżeli będzie w odpowiedni sposób *uchwycony poznawczo*, może zostać włączony w proces myślowy, nawet jeśli nie został wchłonięty przez struktury neuronalne. Na przykład posługiwanie się przedmiotem może być częścią procesu myślowego, jeśli poruszymy nim w sposób, który pozwala nam rozpatrzyć jakąś koncepcję z nowego punktu widzenia. Mamy tu do czynienia dosłownie z rozumowaniem w oparciu o modele. Poruszanie przedmiotem i skupianie się na tym, co ruch ten ujawnia, wprowadza nasz umysł w nowy stan, który byłby trudny do osiągnięcia bez zewnętrznego bodźca.

Jeżeli rzeczywiście możemy myśleć dosłownie za pomocą przedmiotów fizycznych, nawet jeśli dzieje się tak tylko przez krótkie okresy, w takim razie otwierają się przed nami zupełnie nowe możliwości w zakresie projektowania namacalnych, bazujących na fizycznej rzeczywistości i „naturalnych" [urządzeń] obliczeniowych. Każdy przedmiot, z którym sprzęgamy się na poziomie poznawczym, stwarza sposobności dla [rozwoju] naszych procesów myślowych, zakresu kontroli czy wreszcie wyobraźni. Dyskutowane przedmioty dostępne poznawczo nie są wyłącznie wspomagaczami myślenia, takimi jak kalkulatory; są czymś więcej niż zasobami przyśpieszającymi wykonywanie zadań, które w zasadzie moglibyśmy zrealizować bez ich pomocy. Pozwalają nam robić rzeczy, które bez nich byłyby nieosiągalne, lub przynajmniej osiągniecie ich okupione byłoby ogromnym wysiłkiem. Teoria myślenia, która dopuszcza traktowanie pozbawionych życia, materialnych przedmiotów jako czynników konstytutywnych dla procesów myślenia, niesie ze sobą daleko idące implikacje. Odsyłają one nas do przyszłości, kiedy to pewnego dnia, dzięki cyfrowym „wzmocnieniom" i przemyślanym rozwiązaniom projektowym, każdy człowiek będzie w stanie pomyśleć o tym, co dziś jest niepojęte. Jednakże bez projektantów dysponujących wiedzą z zakresu kognitywistyki nigdy tego nie osiągniemy.

1.1. Zarys i porządek wywodu

Artykuł podzielony został na sześć części. W drugiej części dokonam przeglądu literatury na temat narzędziowości i włączania narzędzia w schemat ciała (Maravita i Iriki 2004) oraz powiążę ją z dyskusją na temat teorii percepcji enaktywnej (O'Regan i Noë 2001; Noë 2005); dzięki temu wyjaśnię, dlaczego absorbcja narzędzia zmienia sposób postrzegania świata. Skrócona wersja odpowiedzi brzmi: narzędzie – poza tym, że zmienia nasze poczucie granic własnego ciała – kształtuje również nasze „środowisko enaktywne" (*enactive landscape*) – świat, który postrzegamy i współtworzymy jako agenci. Trzymając w ręce narzędzie, selektywnie postrzegamy te elementy otoczenia, które są

istotne z uwagi na to właśnie narzędzie; akceptujemy zależne od narzędzia afordancje środowiskowe; zwiększamy nasze możliwości w zakresie eksploracji środowiska i wypróbowywania różnych jego elementów. Oczywistym przykładem jest niewidomy, który dzięki białej lasce zwiększa zasięg swojego ciała i zdobywa namacalną wiedzę na temat niedostrzegalnego dla niego w inny sposób środowiska mniej więcej metr wokół siebie. Ta nowa, szczegółowa wiedza na temat otoczenia zmienia jego odbiór terenu oraz kształtu rzeczy zbyt ciężkich, by można je podnieść, lecz na tyle małych, że można je badać laską. Niewidomy koryguje swój odbiór [przestrzeni] peripersonalnej[62], gdyż jest w stanie szybciej przeczesywać otoczenie za pomocą laski niż gdyby zdał się na dotyk rąk, oraz dzięki temu, że zwiększył zasięg swojej przestrzeni okołocielesnej (Iriki i in. 1996; Ladavas 1998). Nieco mniej oczywistym przykładem jest kucharz, który dzięki znajomości sztuki posługiwania się nożem kuchennym lub łopatką postrzega czynności związane z gotowaniem inaczej niż nowicjusz. Dotychczasowe umiejętności w zakresie posługiwania się nożem podpowiadają mu, jak patrzeć na kurczaka przed rozebraniem go na części; mówią mu również, jak postrzegać nieobraną pomarańczę lub kalafior, nakierowując uwagę na tę lub inną cechę przedmiotu, wskazując mu możliwości działań niewidoczne dla niedoświadczonych kucharzy lub klientów. To samo dotyczy kuchennej łopatki. Bez znajomości tego narzędzia pozostajemy ślepi na pewne właściwości pokarmów, które sprawiają, że łopatka jest wyjątkowo poręcznym i czystym narzędziem; dzięki opanowaniu łopatki lepiej rozumiemy, jak olej pokrywa powierzchnie. Wraz z doświadczeniem przychodzi ekspercka percepcja (Goodwin 1994; Aglioti i in. 2008). Jest to główny wkład teorii ucieleśnienia: nasze pojęcia i przekonania na temat świata są zakorzenione w naszym percepcyjno-działaniowym doświadczeniu z rzeczami; im więcej mamy zapośredniczonych przez narzędzia doświadczeń, tym bardziej nasze pojmowanie świata osadzone jest w sposobie, w jaki posługujemy się tymi narzędziami.

W części trzeciej, stanowiącej najdłuższą część artykułu, prezentuję pewne istotne konkluzje badań poświęconych najwyższej klasy ekspertom w dziedzinie tańca.

Ktoś mógłby uznać, że już teraz wiemy, do czego nasze ciała najlepiej się nadają. W pewnym zakresie rzeczywiście tak jest. Na przykład, zgodnie z uchodzącym już za klasyczne podejściem wpisującym się w nurt poznania ucieleśnionego, im więcej działań opanowałeś, tym więcej afordancji odbierasz (np. jeśli umiesz żonglować, potrafisz rozpoznawać obiekty jako oferujące możliwość żonglowania nimi) (Gibson 1966). Cielesność przenika sferę poznawczą również z tego względu, że nasze wczesne sensoryczne doświadczenia rzeczy,

[62] Przestrzeń peripersonalna to trójwymiarowa przestrzeń rozciągająca się wokół agenta na odległość zasięgu jego rąk i nóg. Bodźce wzrokowe z okolic ręki kodowane są przez neurony w odniesieniu do rąk, a nie oczu czy innej lokalizacji zorientowanej egocentrycznie (Makin i in. 2007).

nasza indywidualna historia interakcji z nimi odciska się na tym, jak pojmujemy je przez resztę swojego życia. Znaczenie jest modalnie swoiste (Barsalou 2008). Jeśli nabyliśmy wiedzę o danej rzeczy wzrokowo lub zazwyczaj identyfikujemy ją w trybie modalności wizualnej, wówczas – myśląc o tej rzeczy – stymulujemy te historyczne połączenia neuronowe zlokalizowane w drugorzędowej korze wzrokowej (Barsalou 1999). Te doświadczenia wizualne pobudzają również reprezentacje motoryczne, które zawdzięczamy historii naszych interakcji ruchowych z postrzeganymi przez nas rzeczami. Gdy zatem myślimy lub mówimy, uzyskujemy dostęp do całych układów powiązań charakterystycznych dla interakcji z daną rzeczą. Nawet samo słuchanie wypowiedzi językowych może wyzwolić te pobudzenia w korze asocjacyjnej. Wypowiedź: „włączył się alarm i Jan zerwał się z łóżka" pobudzi obszary w korze słuchowej i motorycznej powiązane z alarmami oraz z wyskakiwaniem z łóżek (Kaschak i in. 2006; Winter i Bergen 2012). Jest to szeroko przyjmowany sposób pojmowania ucieleśnienia.

Powołując się na przytaczane wyniki badań, omawiam inne sposoby, w jakie ciało może uczestniczyć w przetwarzaniu poznawczym: takie, które zakładają wykorzystanie samej fizycznej maszynerii ciała, a nie jedynie naszej kory sensorycznej oraz jej sieci powiązań neuronalnych. Oznacza to, że nasze ciała nadają się do czegoś więcej niż tradycyjnie zakładano. Dokładniej rzecz ujmując, w artykule pokazuję, jak możemy wykorzystać nasze ciała jako urządzenia symulujące, które pozwalają fizycznie modelować rzeczy.

Na przykład podczas naszych badań okazało się, że tancerze lepiej uczą się i opanowują dość skomplikowane frazy taneczne wtedy, gdy fizycznie ćwiczą wypaczone lub uproszczone wersje fraz, a nie wówczas, gdy mentalnie symulują je w sposób pełny, niewypaczony. Gdyby wszystko sprowadzałoby się do procesów zachodzących w naszych mózgach, nie obserwowalibyśmy w procesie uczenia się różnic pomiędzy symulacją w głowie a symulacją za pomocą ciała. Jednakże w jakiś sposób obserwowani tancerze uczyli się więcej o strukturze ruchów tanecznych poprzez cielesne modelowanie docelowego ruchu, *nawet gdy model był niedoskonały*, niż wtedy, gdy symulowali go bez poruszania się. Być może jest to intuicyjne. Naprawdę zaskakujący jest jednak fakt, że tancerze lepiej opanowywali frazę, gdy pracowali z wypaczonymi modelami, niż postępując w sposób, który podpowiada nam intuicja, czyli fizycznie wykonując raz za razem całą, niewypaczoną frazę lub krótszą sekwencję ruchów. Innymi słowy, zgłębiając frazę taneczną, nasi tancerze najlepiej uczyli się podczas wykorzystywania jej modelu fizycznego (fizycznie wykonując wypaczoną wersję frazy), pomimo że ów wykorzystywany model był niedoskonały. Standardowa praktyka tancerzy nie kojarzy się nam z modelowaniem. Nikt nie przewidział tego odkrycia! Tancerze wykorzystywali swoje ciała w specjalny sposób, tworząc te niedoskonałe modele.

Praktyka taneczna nie stanowi wcale wyjątku. Mechanicy usiłujący zrozumieć maszynę mogą rozrysować na papierze jej nieprecyzyjny lub zniekształcony model. Może im to pomóc w zgłębieniu konstrukcji podsystemów urządzenia lub w pojęciu ogólnych zasad jego działania. Architekci mogą naszkicować zamaszystymi, płynnymi ruchami wczesne koncepcje konstrukcji, aby wyczuć, w jaki sposób będzie wlewało się światło lub zorientować się, jak ludzie będą przemieszczali się przez daną przestrzeń. Liczy się nie precyzja, lecz przepływ. Skrzypkowie ćwiczący szczególnie trudny pasaż muzyczny mogą skupić się głównie na wodzeniu smyczkiem po strunach, ignorując pracę palców. Gdy to robią, nie zależy im na doskonałym wykonaniu utworu; koncentrują się na konkretnych aspektach. Wydaje się, że łatwiej skupić się na wybranych aspektach, gdy pracujemy naszym ciałem lub posługujemy się instrumentem, niż wtedy, gdy próbujemy tylko myśleć o tych aspektach, pracując w głowie, „w oderwaniu" od ciała. Tego typu metody wydają się powszechne i intuicyjne, jeżeli jednak próbujemy się nad tym zastanowić, wydaje się co najmniej dziwne, by ćwiczenie (dosłownie) błędnych rzeczy (fraz, fragmentów utworów) mogło prowadzić do lepszej realizacji docelowych figur, utworów muzycznych i tak dalej (Kirsh i in. 2012). Sądzę, że technika ta jest powszechna i jednocześnie odkrywcza. Czy jednak ktoś wie, jak lub dlaczego działa? Odruchowa odpowiedź może być taka, że szkicowanie pozwala przemienić coś przejściowego i wewnętrznego – myśl lub koncepcję – w coś trwałego i zewnętrznego – czyli rysunek. To pozwala agentowi wielokrotnie wracać do analizowanej rzeczy i jednocześnie obchodzić się z nią inaczej niż jest to możliwe wyłącznie w umyśle (Buxton 2007). Jednak trwałość nie tłumaczy korzyści płynących z wykonywania takich działań fizycznych jak gestykulacja, wodzenie smyczkiem czy taniec – są one czymś zewnętrznym, ale przemijającym. Jak powinniśmy ująć tego typu przelotne zjawiska?

Część czwarta poświęcona jest próbie wyjaśnienia, dlaczego tego typu efemeryczne strategie bywają tak skuteczne. Odpowiedź, którą proponuję, brzmi: aktywność naszych ciał może stanowić zewnętrzne struktury pośredniczące dla myślenia i treningu. Wydaje się, że zaobserwowana przez nas podczas badań praktyka znana jako markowanie sprawdza się, gdyż pozwala tancerzom modelować tylko te *aspekty* ruchu, o których chcą myśleć. Jest to lepsze rozwiązanie od symulacji czysto mentalnej, ponieważ podczas markowania fizyczne wykonanie pierwszego kroku może torować realizację kroku drugiego silniej, niż gdyby tancerz tylko wyobrażał sobie wykonanie pierwszego. Kora motoryczna prymuję korę motoryczną. Jak można było się spodziewać: okazało się, że praktykowanie poprawnego ruchu tanecznego jest lepszą metodą nauki niż pozostawanie w bezruchu i wyobrażanie sobie w głowie tegoż ruchu. Jeżeli jednak uznalibyśmy motoryczne i proceduralne prymowanie za najważniejsze powody, dla których uzasadnione jest fizyczne poruszanie ciałem podczas treningu tanecznego, to pozostawałoby zagadką, dlaczego ćwi-

czenie wypaczonych ruchów przynosi lepsze rezultaty niż ćwiczenie ruchów poprawnych.

Usiłując wyjaśnić wyższość pracy z niedoskonałymi modelami, rozważam sposób, w jaki ludzkie ciało, czy ogólnie różnego rodzaju modele pozwalają ludziom *projektować* struktury lub koncepcje, którymi są zainteresowani. Tancerz, markując ruch za pomocą ciała, stwarza strukturę poznawczą, która wspomaga go w (a) określeniu, co dokładnie czeka go na poszczególnych etapach wykonywania frazy, (b) skupieniu się na najważniejszych cechach czy właściwościach idei ruchu, oraz (c) skuteczniejszym obliczaniu rezultatów końcowych i trajektorii ruchu niż to możliwe w toku mentalnej symulacji, a nawet fizycznego wykonania prawidłowej, pełnej wersji ruchu (czyli na zasadzie percepcji kinestetycznej). Często praca z czymś prostszym, choć niedoskonałym jest lepsza niż praca z czymś pełnym i doskonałym. Porównywalna skuteczność wykorzystania niedoskonałych modeli jest czymś zmiennym. Niekiedy najlepiej jest unikać wypaczonych modeli i pracować z wykorzystaniem tego, co te miałyby reprezentować, na przykład poprzez odtańczenie całej prawidłowej frazy, zagranie całego pasażu muzycznego lub pracę z prawdziwymi silnikami. Szczególnie ma to miejsce w przypadku prostych fraz tanecznych, pasaży muzycznych oraz obiektów mechanicznych. Oczywiście to, czy praca będzie efektywniejsza z modelem, czy bez niego, zależy od tego, co chcemy osiągnąć. Czasami łatwiej jest manipulować modelami niż rzeczami przez nie reprezentowanymi. Okazuje się, że w przypadku niektórych zadań praca z modelami ma korzystniejszą strukturę kosztów, zarówno fizycznych, jak i poznawczych. Wykonanie pełnej frazy może wymuszać na tancerzu zajmowanie się zbyt dużą liczbą złożonych kwestii naraz. Niedoskonały model może być bardziej elastyczny, prostszy lub łatwiejszy do zaadaptowania do danej sytuacji niż to, co model ten reprezentuje.

Jednakże podobne zalety mogą cechować obrazy mentalne i dlatego właśnie często warto przepracować pewne rzeczy w głowie zamiast pracować z zewnętrznymi rzeczami i zjawiskami. Podobnie jak gesty i uproszczone ruchy, obrazy mentalne są szybkie i elastyczne. Dlatego też częstokroć to właśnie one są najdogodniejszymi rzeczami, za pomocą których możemy myśleć, lepszymi niż ucieleśnione modele (gesty i widoczne ruchy) czy operacje wykonywane na tym, do czego te modele się odnoszą. Jednak modele mentalne również mają swoje ograniczenia. Często w sytuacji, gdy przedmiot ma złożoną strukturę przestrzenną lub wiele drobnych szczegółów, łatwiej jest symulować rozwój różnych sytuacji poprzez fizyczne manipulacje tym przedmiotem lub jego odpowiednio uproszczonym modelem fizycznym niż próbować tego poprzez wyobrażanie sobie tego typu manipulacji na modelu mentalnym (Kirsh i Maglio 1995; Wexler i in. 1998). Wszystko to zależy od struktury wewnętrznych i zewnętrznych kosztów, określanych również jako koszty mentalne i fizyczne. Określenie właściwych wymiarów umożliwiających pomiar tych kosztów stanowi dla naukowców duże wyzwanie (Kirsh 2010). Jeśli udałoby

się nam opracować tego typu skale, moglibyśmy określać, kiedy najlepszym rozwiązaniem będzie praca z modelem podstawowym; czasami myślenie za pomocą uproszczonych modeli fizycznych – niekiedy wypaczonych – jest lepsze niż praca z „rzeczywistymi" przedmiotami, bez zapośredniczeń lub wyłącznie w wyobraźni.

Najważniejsza konkluzja jest taka, że w świetle przytoczonego studium przypadku wydaje się, że niekiedy niedoskonałe modele pozwalają nam przekroczyć własne ograniczenia. Choć nie wiemy jeszcze, kiedy te niedoskonałe modele pozwalają nam osiągnąć wyższy poziom wydajności, jestem przekonany, że wykorzystujemy nasze ciała (w tym dłonie) jako narzędzia modelowania zdecydowanie częściej niż dotychczas zdawaliśmy sobie sprawę. Konkluzja ta ma ważne implikacje dla projektantów. Jeśli niedoskonałe modelowanie naprawdę ułatwia w wybranych sytuacjach myślenie i naukę w stopniu większym niż modelowanie mentalne lub praca bezpośrednio z przedmiotem, do którego odnoszą się modele, to pojawia się pytanie, dlaczego to my mamy ponosić koszty modelowania. Dlaczego nie mielibyśmy przyglądać się innym osobom wykonującym jawne symulacje lub po prostu oglądać symulacje generowane przez komputer? Być może, „jeżdżąc na plecach" innych lub wykorzystując funkcje komputerów, jesteśmy w stanie przyspieszyć nasze procesy myślowe, zredukować koszty z nimi związane lub po prostu uczynić je bardziej przenikliwymi.

W części 5 prezentuję dodatkowe wyniki analiz materiałów wideo dotyczące prac nad nowym układem choreograficznym, by wykazać, że wykorzystanie własnego ciała w celu zgłębienia danego ruchu tanecznego jest lepszą metodą jego zrozumienia niż obserwowanie innej osoby wykonującej ten ruch. Może się to wydać dość oczywiste, jednak kwestią tę należy się zająć ze względu na toczącą się w obrębie neuronauki dyskusję na temat skuteczności systemu rezonansu motorycznego (Rizzolati i Sinigaglia 2007; Agnew i in. 2007; Aglioti i in. 2008).

Istnieją liczne badania neurofizjologiczne potwierdzające istnienie ścisłego powiązania między obserwowaniem działania a jego realizacją. Ich omówienia znaleźć można w: Viviani (2002), Buccino i in. (2004), Rizzolatti i Craighero (2004), Wilson i Knoblich (2005). Neuronaukowcy przekonująco argumentują, że odtwarzamy lub naśladujemy ruchy aktora na takiej zasadzie, że wewnętrznie zachowujemy się tak, jakbyśmy sami wykonywali ruch, a nie jedynie go obserwowali (Sebanz i Shiffrar 2007). Te ukryte działania mogą być podprogowe. System motoryczny może zostać aktywowany w wyniku „wyobrażania sobie działań, rozpoznawania narzędzi, uczenia się przez obserwację, a nawet rozumienie zachowania innych ludzi" (Jeannerod 1994, 2001), jak również przez procesy przygotowawcze do działań motorycznych, które poprzedzają i leżą u podstaw „[zamierzonych] działań, które ostatecznie zostaną zrealizowane" (Jeannerod 2001). A zatem ukryte działanie jest wewnętrznym

duplikatem, który może, choć nie musi, zostać powiązany z jakimś działaniem jawnym. Jak zauważa Jeannerod, który zainicjował tę koncepcję, "Każde zewnętrznie realizowane działanie zakłada istnienie ukrytej, wewnętrznej fazy, przy czym ukryte działanie niekoniecznie musi przeistoczyć się w działanie jawne" (Jeannerod 2001). Zaskakujące jest, że działanie tego ukrytego, wewnętrznego systemu może być na tyle silne, że już sama obserwacja działania wykonywanego przez innych może być równie skutecznym sposobem nauki co samodzielne wykonywanie tego działania (Cross i in. 2009). To oznaczałoby, że samo patrzenie na to, jak gestykuluje ktoś inny, jak tańczy, manipuluje urządzeniami lub szkicuje budowlę, powinno wspomagać nasze procesy myślowe równie skutecznie jak gdybyśmy to my sami otwarcie, nie tylko wewnętrznie, gestykulowali, tańczyli i tak dalej. Choć porównanie z sytuacją, gdy słuchamy kogoś mówiącego, nie jest często stosowane, wydaje się ono dość trafne. Gdy mówiący i słuchający są zgrani w trakcie rozmowy, wówczas również ich myślenie zdaje się zsynchronizowane. Aby rozumieć sens toczącej się rozmowy, ich wnioskowania muszą w dużym stopniu utrzymywać zbliżony rytm intonacyjny. Czy tego typu poznawczy rezonans może dotyczy także sytuacji, gdy obserwujemy innych wykonujących jakieś działania lub manipulujących przedmiotami?

To odnosi nas do kolejnego twierdzenia teorii ucieleśnionego poznania: by w pełni *zrozumieć znaczenie* tego, co widzimy, musimy patrzeć i jednocześnie wprawić w ruch nasz system motoryczny, by pojąć, jak by to było, gdybyśmy to my mieli wykonać obserwowaną czynność. To właśnie to cielesne współodczuwanie stwarza grunt, na którym możemy pojąć obserwowane działania w osobisty sposób. Pobudza ono ideomotoryczną reprezentację, która umożliwia nam zdobycie pierwszoosobowej wiedzy o działaniach innych (Shin i in. 2010). Skoro widzimy rzeczy tak, jakbyśmy byli podmiotem realizującym działanie, rozumiemy, czemu ma ono służyć oraz które składowe działania są istotne i dlaczego przebiega ono w ten, a nie inny sposób (Knoblich i Flach 2001). Gdy doświadczamy działania innych jako swojego własnego, potrafimy zrozumieć, dlaczego wygląda ono właśnie w ten sposób. Wewnętrznie szacujemy układ podcelów działania (Prinz 1997). Opracowanie pełniejszego ujęcia poznania ucieleśnionego wymaga, byśmy oszacowali zasięg i ograniczenia powyższego twierdzenia. Krótko odnoszę się do tej kwestii, posiłkując się danymi uzyskanymi podczas badań nad tancerzami, a dokładnie: omawiam dodatkową wiedzę, jaką uzyskał choreograf nowego układu tanecznego, samodzielnie wykonując frazy, zamiast ograniczyć się do ich obserwacji. Jak przypuszczam, nadwyżkowa wiedza, którą mógł uzyskać, jawnie działając, a która była nieosiągalna w trybie wewnętrznych, ukrytych działań, to wiedza kinestetyczna dotycząca rzeczy, które nie są dostępne w ramach modalności wizualnej; chodzi na przykład o ból, opór czy działanie siły ciążenia.

Przypuszczalnie to, co stosuje się do kreatywności w obszarze choreografii, można zastosować do kreatywnych działań jako takich. Sądzę, że jawne dzia-

łania mają ogromne znaczenie poznawcze nie tylko w dziedzinie tańca i powinni je wziąć pod uwagę projektanci. Poszukiwanie nowych, lepszych sposobów wspomagania lub rozszerzania naszych mocy poznawczych wymaga, byśmy zrozumieli, kiedy i jak możemy efektywnie wykorzystać wysiłki innych – jak i kiedy możemy uczyć się, tylko patrząc – zamiast uczyć się poprzez samodzielne wykonywanie wszystkich działań jawnie.

W części 6 łączę ze sobą teorię narzędzi oraz teorię myślenia za pomocą ciała w ramach ujęcia, które ma wyjaśnić to, jak przedmioty – a nie tylko części naszych ciał – można włączyć w procesy myślowe. To również ma istotne znaczenie dla projektantów, jako że umożliwia powstanie rzeczywistych, fizycznych interfejsów o dużym potencjale. Artykuł zamyka krótka „koda" zawierająca omówienie najważniejszych idei oraz ich implikacji dla prac projektowych.

2. Narzędzia zmieniają nasze ciało, percepcję i koncepcje

2.1. Przestrzeń wokół nas

Badania nad lezjami u ludzi, neurofizjologia małp oraz eksperymenty z wykorzystaniem fMRI i TMS (przezczaszkowej stymulacji magnetycznej, *Transcranial Magnetic Stimulation*), dostarczają dowodów na to, że mózgi ssaków, w tym człowieka, gdy są odpowiednio ucieleśnione, tworzą liczne reprezentacje przestrzeni (Colby 1998; Graziano i Gross 1995). Pewne komórki mózgu przewodzą impulsy tylko wtedy, gdy przedmiot zbliża się do przestrzeni wokół ciała, na przykład gdy w kierunku naszej twarzy leci owad lub gdy nasze ręce mają zostać dotknięte. Ten obszar wokół ciała określa się przestrzenią peripersonalną. Można myśleć o niej jako o przestrzeni otaczającej agenta, która pozostaje w jego bezpośrednim i natychmiastowym zasięgu (Ladavas i in. 1998; Brain 1941). Poza reprezentacją przestrzeni peripersonalnej istnieją neurologiczne reprezentacje przestrzeni personalnej (osobistej) i ekstrapersonalnej. Pierwsza z nich odnosi się do przestrzeni zajmowanej przez samo ciało (Vaishnavi i in. 1999; Coslett 1998; Bisiach i in. 1986), a druga – do przestrzeni znajdującej się poza zasięgiem naszych kończyn (Previc 1998; Brain 1941).

2.2. Narzędzia zmieniają nasz schemat ciała

Narzędzia mają szczególne znaczenie w kontekście przestrzeni peripersonalnej, gdyż kodujemy odległość rzeczy od nas w sposób uwzględniający możliwość manipulacji przedmiotami oraz eksplorowania otoczenia dotykiem (Maravita i in. 2002). Ujmując to nieco inaczej, kodujemy nasze otoczenie, a dokładniej – „pozostające w zasięgu", w kategoriach tego, jak daleko musimy

sięgnąć naszymi dłońmi i ramionami, by poruszyć lub dotknąć otaczających nas rzeczy. Gdy posługujemy się narzędziem, by dosięgnąć odległy przedmiot, to jakbyśmy zwiększali nasze możliwości motoryczne, a nasze dłonie traktujemy tak, jakby zostały przedłużone aż po sam koniec narzędzia. Wykorzystywane przez chwilę narzędzie zmienia reprezentację naszej przestrzeni działania, redefiniując to, jakie rzeczy znajdują się w naszym zasięgu. Nic dziwnego zatem, że ludzie potrafią szybko dopasować swoje reprezentacje przestrzeni do funkcjonalnie istotnych kwestii, takich jak zasięg uderzenia packi na muchy, zamach rakiety tenisowej czy pchnięcie szpadą, a nawet wysokość, która można pokonać, skacząc o tyczce. Jak ujęli to Maravita i Iriki (2004), „badania neurofizjologiczne, psychologiczne i neuropsychologiczne sugerują, że następstwem tego typu poszerzonej wydolności motorycznej są zmiany w określonych sieciach neuronowych, które podtrzymują i aktualizują mapy układu oraz postawy naszych ciał (chodzi o domniemany «schemat ciała»)". Najwyraźniej modyfikujemy nasz schemat ciała, by ten uwzględnił wymiary narzędzia (lub przynajmniej jego zakończenia). Wchłaniamy narzędzie i włączamy je do naszego poruszającego się ciała[63]. Oryginalne badania Iriki i in. (1996) wykazały, że gdy makakom japońskim dano do dyspozycji grabki i pozwolono przez trzy tygodnie trenować wykorzystanie tego narzędzia w celu zagarniania drobnych porcji jedzenia znajdujących się tuż poza ich zasięgiem, zmienił się wzorzec pracy wybranych neuronów reprezentujących dłonie i ręce, jak również reprezentacja przestrzeni wokół tych części ciała: jej zasięg objął również narzędzie oraz przestrzeń wokół niego. Podczas wywiadu Iriki opisał to w następujący sposób:

> *W ciemieniowym obszarze skojarzeniowym zlokalizowane są neurony, które porównują doznania cielesne z informacją wzrokową i ulegają pobudzeniu, gdy rozpoznają ciało. U niewytrenowanych małp neurony te są nieczynne, ponieważ grabki są jedynie obcym przedmiotem. Gdy jednak już nauczą się nim posługiwać w toku treningu jako narzędziem, neurony te ulegają pobudzeniom zupełnie tak, jakby grabki stanowiły przedłużenie ich dłoni* (Iriki 2009).

2.3. Rozszerzanie ciała i reorganizacja przestrzeni peripersonalnej

Omawiane wcześniej narzędzia przekształcają naszą przestrzeń peripersonalną, rozciągając ją o kilkanaście lub kilkadziesiąt centymetrów. Czy jednak narzędzia mogą nam umożliwić tego typu rozszerzenie przestrzeni okołocielesnej na odległe geograficznie obszary? Jest to istotny problem z perspektywy prac projektowych nad interfejsami. Powodem jest to, że projektanci pracują

[63] Kolejne pytanie, jakie należy sobie zadać, brzmi: czy nasza cielesna reprezentacja sztywności i siły naszych „wydłużonych" kończyn zmienia się, gdy mamy do czynienia ze sztywnym narzędziem lub też paskiem przy szerokich nartach.

w oparciu o pewną wizję ludzkiego ciała oraz tego, gdzie ono się kończy, a zaczyna środowisko. Skoro jednak niektóre narzędzia można wchłonąć, wobec tego wspomniane granice ciał użytkowników są czymś negocjowalnym i podatnym na zabiegi projektantów.

Istnieją liczne, choć niesystematyczne sprawozdania sugerujące, że nasze poczucie granic własnego ciała oraz tego, na co możemy bezpośrednio wpływać w przestrzeni, może ulec zmianie pod wpływem zjawiska tele-obecności i zdalnej imersji. Za pomocą technologii cyfrowych możemy oddziaływać na przedmioty dowolnie od nas odległe, a następnie odbierać różnymi zmysłami efekty własnych interwencji. Na przykład istnieją systemy tele-obecności pozwalające operatorowi siedzącemu w wygodnym pomieszczeniu sterować z odległości wielu kilometrów pojazdem podwodnym na dnie morza, pojazdem kołowym w strefie wojny lub skalpelem na sali operacyjnej w innym mieście. Dzięki odpowiedniemu podłączeniu senso-motorycznemu człowiek – pomimo dzielącej go odległości – czuje, jakby miał styczność z namacalnym, trwałym „środowiskiem enaktywnym", w którym może działać, poruszać się i komunikować tak jakby był tam fizycznie obecny. Osobom niezorientowanym może się wydawać, że kluczowym czynnikiem decydującym o skuteczności tego typu systemów zdalnej obecności jest to, aby agent z nich korzystający wcześniej już pracował w środowisku enaktywnym o zbliżonych parametrach bez pośrednictwa podobnych systemów, korzystając z własnych, pozbawionych wspomagania rąk i oczu. Potrzebujesz najpierw umiejętności ręcznego posługiwania się skalpelem, zanim opanujesz metody zdalnego nim sterowania. Ale tak naprawdę nie jest to konieczne. Pilotów zdalnych pojazdów podwodnych można od samego początku trenować w zdalnych środowiskach działania, o ile sprzężenie między poleceniami pilota a informacją zwrotną jest wystarczająco szybkie. Wydaje się, że to, czy coś znajduje się w przestrzeni peripersonalnej danej osoby w tym czy innym momencie, można modyfikować na wczesnym etapie dzięki praktyce z użyciem narzędzi.

Tu pojawia się następne pytanie. Jak bardzo muszą się różnić [potencjalne] zdalne „części ciała" od naszych biologicznych członków, aby niemożliwe było ich przyswojenie? Nakładki na ramiona i nogi to jedno. Natomiast co możemy powiedzieć o zestawie dwóch manipulatorów wyposażonych w dziewięć niezależnych, zginających się palców, pracujących w płynny i ciągły sposób? Korzystając z interfejsu przypominającego klawiaturę pianina, można by sterować analogicznym manipulatorem wyposażonym nawet w dziesięć palców. Co jednak z manipulatorem wyposażonym w dwanaście zginających się palców albo wymogiem, by mechaniczne palce zginały się i prostowały w sposób płynny, zbliżony do naturalnego? Przypuszczalnie nie jest to niemożliwe, niewątpliwie jednak zaprojektowanie interfejsu, który by temu sprostał jest prawdziwym wyzwaniem. Warto zastanowić się również, jak bardzo sposób prezentowania sytuacji w środowisku wirtualnym może odbiegać od tego, jak odbieramy naturalny, niezapośredniczony świat, nim utracimy poczucie, że

w istocie uchwyciliśmy i manipulujemy daną rzeczą. Czy dalibyśmy sobie radę w środowisku, w którym czas płynie pięćdziesiąt razy szybciej niż w naturalnej dla nas rzeczywistości? Pierwszy krok w stronę rozstrzygnięcia tych kwestii na drodze eksperymentu naukowego uczynił Iriki i in. [1998] – sprawdzając, jak zmienił się odbiór wielkości rąk przez małpy, gdy normalne obrazy ich rąk zastąpiono obrazami powiększonymi. Jak podaje Blakelee [2004]:

> *Dr Iriki pozwolił małpom obserwować wirtualną rękę na monitorze, podczas gdy ich rzeczywista ręka, pozostająca poza ich widokiem, poruszała joystickiem. Gdy powiększono wyświetlaną na monitorze rękę wirtualną, mózg małpy traktował ją jak powiększoną wersję własnej kończyny; reprezentowana w mózgu przestrzeń rozdęła się niczym ręka postaci z kreskówki.*

Jak widać, mapy anatomiczne mogą być przepisywane na nowo.

Jak daleko jednak możemy posunąć się w takim re-mapowaniu? Rozdęta ręka wydaje się niewinna, jeśli porównać ją z pewnymi mutacjami, które przychodzą do głowy. Czy możliwy jest wariant przypominający postać Edwarda Nożycorękiego? Czy są jakieś ograniczenia dotyczące tego, co mogłoby stać się dla nas sztuczną „kończyną"? I czy przy założeniu możliwości zachowania ścisłej kontroli te dziwaczne części ciała – w szczególności te umożliwiające zdalne interakcje – mogą zostać włączone do naszej przestrzeni peripersonalej? Dla programu badań nad ucieleśnieniem są to wciąż otwarte pytania. Dotykają one najistotniejszych zagadnień, wokół których koncentruje się HCI: co decyduje o tym, że narzędzie, proteza lub urządzenie cyfrowe działają i są odbierane przez użytkownika jako coś naturalnego? Co ogranicza możliwości neuroadaptacji w warunkach imersji?

2.4. Narzędzia zmieniają również naszą percepcję

Percepcja ulega zmianie pod wpływem naszych umiejętności w posługiwaniu się narzędziami. To kolejna konsekwencja, jaką niesie rozszerzenie ucieleśnionego paradygmatu na narzędziowość. Osobie niosącej ciężki plecak góry wydają się bardziej strome (Proffitt 2006). Gdy włączymy już narzędzie w schemat ciała, zmienia się nasze postrzeganie wysokości, odległości i innych istotnych wielkości. Dodatkowy wysiłek związany z noszeniem ciężarów wpływa na percepcję. Ale to tylko początek. Nasz odbiór przestrzeni przed samochodem uzależniony jest od zwrotności, mocy i prędkości pojazdu. Gibbson określił to jako „swego rodzaju wytykanie języka przed siebie na drogę" (Gibson i Crooks 1938). Przypomina to otaczający nas pęcherz bezpieczeństwa, przestrzeń, w której możemy swobodnie operować, „pole możliwych ścieżek, które samochód może obrać bez zwalniania" (Gibson i Crooks 1938). Na zasadzie analogii możemy przypuszczać, że wyposażeni w rolki pracownicy magazynu, mknąc korytarzami w poszukiwaniu określonych przedmiotów,

będą oceniali półki jako krótsze. Narciarze zjazdowi będą inaczej oceniali trudność terenu, mając na nogach narty, a inaczej w butach. Surferzy inaczej patrzą na fale w zależności od tego, czy płyną na krótkich, czy długich deskach. W każdym z przypadków wyposażenie wpływa na postrzeganie rzeczy, gdyż to, jak oddziałujemy na świat oraz jakie wykonujemy działania, wpływa na naszą percepcję.

Według proponowanego przez Gibsona (1966) podejścia do percepcji sposób definiowania świata postrzeganego jest zależny od repertuaru możliwych działań postrzegającego A{a1, a2, . . .an}. Zmiana tego zbioru prowadzi do interakcji, które po części konstytuują świat postrzegany. Narzędzie sprawia, że zbiór ten zostaje poszerzony o działania umożliwiane przez to narzędzie, a więc powinny pojawić się nowe afordancje dostępne dla podmiotu. Zwróćmy uwagę, że Gibson niemal nic nie napisał o wpływie narzędzi na percepcję czy o relacji między narzędziami a afordancjami[64]. Odnosi nas to do pewnego wewnętrznego napięcia w obrębie klasycznego ujęcia zaproponowanego przez Gibsona. Trzymanie w ręce młotka czy zapalonego papierosa nie jest funkcją nieprzeszkolonego ludzkiego ciała. Zachowania takie nie należą do wrodzonego, wolnego od wpływów kultury zestawu ludzkich działań. Są one jednak czymś naturalnym w środowisku wypełnionym artefaktami, a to jest właśnie naturalne środowisko funkcjonowania człowieka. Zachowania te niosą konsekwencje, których znaczenie z pewnością uznałby Gibson. Na przykład większość z nas miała niestety styczność z osobami palącymi papierosy; osoba taka postrzega swoje otoczenie jako wypełnione obiektami, które mogą posłużyć jako pojemniki na popiół, czyli potencjalne popielniczki. Osoby niepalące pozostają ślepe na te oferty środowiska. Osoba budująca mur z kamieni, patrząc na budulec, będzie szukała takiej powierzchni, na którą najlepiej nałożyć cement; przyglądając się kamieniowi o nieregularnym kształcie, „dojrzy" konkretny kształt, jaki jest jej potrzebny do uzupełnienia wznoszonej konstrukcji. Osoba umiejętnie posługująca się narzędziem dostrzeże afordancje, które powstały w wyniku zastosowania przez nią narzędzi, nawet jeżeli aktualnie nie trzyma tych narzędzi w rękach!

Istotnym czynnikiem są również umiejętności. Poziom umiejętności danej osoby w posługiwaniu się narzędziem częściowo określa warunki, w jakich można je z powodzeniem zastosować. Mistrz stolarstwa potrafi skutecznie wykorzystać przecinak w większej liczbie sytuacji niż nowicjusz. Podobnie umiejętności wpływają na to, co agent będzie w stanie dostrzec w danej sytuacji; doświadczeni użytkownicy rozpoznają więcej powiązanych z konkretnym narzędziem cech środowiska oraz afordancji niż osoby mniej wprawne.

[64] Zob. Jones (2003): w tym omówieniu kolejnych wersji koncepcji afordancji autorstwa Gibsona słowo „narzędzie" nie pojawia się ani razu.

2.5. Cele sprawiają, że percepcja staje się enaktywna

W percepcji ważną rolę odgrywają również cele. Stwierdzenie to sprawia, że musimy wyjść poza egzegezę prac Gibsona i sięgnąć do paradygmatu enaktywizmu (Varela i in. 1991). Enaktywistyczne ujęcie percepcji (Myin i O'Regan 2008; Noë 2005) wychodzi od spostrzeżenia Gibsona, że percepcja jest czymś aktywnym, opiera się na możliwościach wchodzenia w interakcje, rozwija je jednak je o trzy elementy: interesy, uwagę i fenomenologię. Prowadzi to do koncepcji środowiska, które jest czymś mniej i jednocześnie czymś więcej niż zakładał Gibson.

Gdy coś przykuje naszą uwagę, zdarza się nam nie dostrzec rzeczy, które są ewidentnie widoczne. Zjawisko to nazywa się ślepotą uwagową (Simons 2000). Znanym przykładem jest test, podczas którego widzowie są tak skoncentrowani na tym, czy koszykarze podają sobie piłki zgodnie z regułami, że nie dostrzegają osoby przebranej za goryla, która przechodzi między graczami, bezpośrednio przez pole widzenia obserwatora. Tak bardzo skupiamy się na piłce, że ignorujemy włochate ręce i nogi oraz maskę. Ponadto przeoczamy pewne elementy pełnego obrazu, gdy jesteśmy rozproszeni przez poważniejszą zmianę, szczególnie gdy zachodzi ona równocześnie z innymi zmianami. Zjawisko to znane jest jako ślepota na zmianę (Rensink 2002). Połączony efekt obu tych zjawisk jest taki, że doświadczamy tylko małego ułamka bodźców, które moglibyśmy odebrać. Wyolbrzymiamy znaczenie elementów, które nas interesują, i pozostajemy nieświadomi istnienia tych, które nie są dla nas interesujące, jak ma to miejsce w przypadku wizualizacji hiperbolicznych. Z uwagi na to, że narzędzia, którymi się posługujemy, związane są zazwyczaj z naszymi celami i działaniami, pośrednio kształtują one naszą uwagę oraz zainteresowanie. Rozszerzają lub zawężają nasz świat postrzeżeniowy w sposób hiperboliczny.

Jednocześnie należy pamiętać, że kiedy coś widzimy, nie widzimy po prostu tego, co zarejestrowały nasze oczy; widzenie bierze pod uwagę nasze przewidywania dotyczące tego, co możemy dostrzec, gdy będziemy dalej się rozglądać. Fenomenologicznie rzecz ujmując, mamy wrażenie, że doświadczamy więcej niż naprawdę do nas dociera. Na przykład gdy ludzie oglądają serię portretów Marilyn Monroe autorstwa Andy'ego Warhola, ruchy sakadyczne ich gałek ocznych nie eksplorują wszystkich odbitek twarzy aktorki (Noë 2005). Ludzie patrzą tylko na kilka z nich, czasami niektóre dość gruntownie studiują, ale całą resztę rejestrują za pomocą widzenia peryferyjnego. Jednak ostatecznie doświadczają całego obrazu złożonego z licznych portretów. W jakiś sposób ich doświadczenie percepcyjne zakłada alternatywne przewi-

dywania dotyczące tego, co by zobaczyli, gdyby przyjrzeli się uważnie każdemu portretowi z osobna[65].

2.6. Środowisko enaktywne

Wprowadźmy koncepcję środowiska enaktywnego dla oznaczenia struktur, które agent współtworzy ze światem, gdy działa w sposób zorientowany na cel. Kategoria ta ma oddawać zależną od celów lub działań naturę postrzeżeniowego świata. Na środowisko enaktywne składają się: (1) środowisko zadaniowe oznaczające stany i działania powiązane z osiąganiem przez agenta celów i realizowaniem interesów, (2) szerszy zestaw zewnętrznych względem agenta rzeczy i właściwości, na które agent może oddziaływać, (3) pełne spektrum cech, które agent potrafi wyróżniać. Idea środowiska enaktywnego przydatna jest dla projektantów tworzących nowe narzędzia lub systemy; gdy ktoś ma w ręku narzędzie, przekształca ono jego środowisko enaktywne: podczas pracy z narzędziem widzi on więcej rzeczy i właściwości niż wtedy, gdy pracuje bez niego. W pewnym sensie projektanci poprzez projektowanie narzędzi powołują do istnienia nowe środowiska enaktywne.

Rozważmy przykład instrumentu muzycznego. Z wyjątkiem klaskania i śpiewu muzyka powstaje dzięki wykorzystywanym przez muzyków instrumen-

[65] Warto przeanalizować tę strategię w kategoriach obliczeniowych. By wyrazić koncepcję, zgodnie z którą nasze alternatywne przewidywania są jednym z czynników kształtujących doświadczenie, ujmijmy doświadczenie percepcyjne jako bieżący stan systemu predyktywnego, rodzaj szeroko rozgałęzionego łańcucha Markowa lub reprezentację stanu predyktywnego. Każda gałęź lub ścieżka drzewa reprezentuje możliwe do podjęcia działanie, na przykład ruch sakkadyczny w kierunku odległego obrazu, krok w prawo i bliższe przyjrzenie się, i tak dalej. Z każdym działaniem związane jest określone prawdopodobieństwo tego, co byśmy uzyskali – zobaczyli lub poczuli – w jego wyniku. Ponadto na model ten należy narzucić dodatkowe ograniczenia w postaci tendencji modyfikujących prawdopodobieństwa podjęcia działań będących funkcją celów i interesów agenta. Z uwagi na specyficzne zainteresowania jest bardziej prawdopodobne, że to historyk sztuki, a nie przypadkowy obserwator będzie studiował kwasoryt pod kątem techniki druku. Wróćmy na moment do przykładu palaczy: z uwagi na to, że ich zainteresowania związane z paleniem są jeszcze bardziej pobudzone podczas samego palenia, jest jeszcze bardziej prawdopodobne, że palacz będzie wówczas rozglądał się za potencjalnymi popielniczkami. Bieżący stan postrzegającego i jego doznania określane są przez tę wytworzoną alternatywną przestrzeń, którą charakteryzuje pewien rozkład prawdopodobieństw zachowania się danej osoby w taki czy inny sposób.

tom. Bez muzyków i instrumentów nie ma muzyki[66]. Instrumentarium stanowi podstawowe środowisko fizyczne, z którym styka się muzyk. Jednak im większe umiejętności muzyka, tym większe jest środowisko enaktywne, w którym funkcjonuje, gdyż umiejętności w połączeniu z instrumentami dają większe uniwersum możliwości. Muzyka pojmowana jako większy świat możliwości dostępnych dzięki zastosowaniu instrumentów muzycznych stanowi skrajny przykład środowiska enaktywnego. Z perspektywy muzyków jest to zbiór możliwości, które mogą zrealizować dzięki swoim instrumentom. A zatem środowisko enaktywne można określić jako zbiór możliwości, które mogą zostać zrealizowane, gdy agent wchodzi w interakcję z jakimś podstawowym środowiskiem, usiłując osiągnąć cel lub zrealizować zadanie.

Dla dopełnienia obrazu należy dodać, że większa część naszego środowiska definiowana jest przez zasady i ograniczenia kulturowe. Szachy, sporty oraz innego rodzaju gry zależą w większym stopniu od rządzących nimi reguł niż fizycznych przedmiotów niezbędnych do ich rozgrywania, takich jak szachownica, boisko, pionki czy sprzęt sportowy. Zasady i wpływy kulturowe sprawiają, że jedna i ta sama kuchnia – w fizycznym tego słowa znaczeniu – może stwarzać wiele kuchennych środowisk. Enaktywne środowisko kucharzy wyłania się w wyniku interakcji zamierzeń konkretnego kucharza oraz kulturowych zasobów – przepisów, zwyczajów żywieniowych, preferencji smakowych – z fizycznymi rzeczami składającymi się na warunki procesu gotowania: produktami spożywczymi, garnkami i patelniami, metodami podgrzewania czy samym planem kuchni. Percepcja wzrokowa każdego kucharza jest torowana w taki sposób, by ułatwić dostrzeganie elementów środowiska fizycznego powiązanych z aktualnie realizowanym przepisem lub stylem gotowania (Almeida i in. 2008). Właściwie – jeżeli przyjrzeć się bliżej – to, co widzi kucharz jest poniekąd prymowane przez narzędzia, które trzyma w rękach. Gdy trzyma w ręku nóż, dostrzega rzeczy nadające się do pocięcia, gdy trzyma brudną łopatkę, dostrzega miejsce, na które mógłby ją odłożyć, i tym podobne. Z tego samego rodzaju widzeniem tunelowym mamy do czynienia w przypadku zabiegów chirurgicznych. Zawsze jesteśmy prymowani, by dostrzec te elementy, których dostrzeżenia oczekujemy w trakcie realizacji bieżącego zadania lub czynności (Endsley 1995). Oznacza to, że gdy agent podczas realizacji zadania przełącza się między celami lub subcelami, dynamicznym zmianom ulega rozkład prawdopodobieństwa, który określa możliwości dostępne w obrębie środowiska enaktywnego.

Jednak musimy pamiętać o tym, że w praktyce realizujemy wiele zadań równolegle, a zatem faktyczne środowisko naszego funkcjonowania musi składać się z nałożonych na siebie dziesiątek środowisk enaktywnych, z których każde

[66] Pomijam tu platońską wizję, zgodnie z którą muzyka, podobnie jak liczby czy inne przedmioty matematyczne istnieją w świecie idei niezależnie od ich stworzenia.

posiada właściwy sobie zestaw elementów wywołujących przewidywania i ukierunkowujących uwagę, zmieniający się wraz z przesuwaniem się naszego punktu zainteresowania (Kirsh 2005). W związku z tym sztuka projektowania miejsc pracy polega na tym, by połączyć w całość liczne środowiska enaktywne przypuszczalnych użytkowników tak, by ograniczyć błędy, podnieć efektywność, zmniejszyć zmęczenie, jednocześnie godząc to z poczuciem estetyki. Pierwszym krokiem w kształtowaniu tego typu środowisk enaktywnych jest zrozumienie roli narzędzi. Drugi krok polega na zrozumieniu ewolucji procesu wzajemnego stwarzania. Koncepcja poznania ucieleśnionego oferuje nam narzędzia umożliwiające analizę interakcji agenta i środowiska.

2.7. Narzędzia zmieniają nasze pojmowanie

Ostatnim sposobem, w jaki narzędzia zmieniają nasz kontakt ze światem, jest przekształcanie również naszego pojęcia o tym, co obecne, oraz o tym, co możliwe, a nie tylko naszej percepcji. Stan „zanurzenia" agenta w środowisku enaktywnym prowadzi do formowania się nowych koncepcji. Jesteśmy uczącymi się maszynami. Większość pojęć, których się uczymy, ma charakter silnie usytuowany i *ad hoc* (Barsalou 1983). Powstają one jako elementy obdarzone znaczeniem w toku działań współtworzących środowisko enaktywne, mogą jednak dla nich nie istnieć naturalne uogólnienia. Na przykład sposób, w jaki postrzegamy butelkę piwa podczas prób jej otwarcia, zazwyczaj doprowadzi do sformowania ogólnej koncepcji prób odkapslowania. Zjawisko (proces prób) i pojęcie (idea tego, co chcemy osiągnąć) zakorzenione są w konkretnej czynności otwierania kapsla. Z czasem idea odkręcania kapsla z butelki piwa może zostać uogólniona na inne dziedziny i zadania, tracąc swój status *ad hoc*. Jednak wywodzi się ona z bardzo konkretnej sytuacji i związana jest ze specyfiką butelek z piwem[67]. Podczas korzystania z narzędzi mnożymy nasze pojęcia *ad hoc*, ponieważ mnożą one nasze środowiska enaktywne.

Otwieranie butelki piwa to typowe, prozaiczne zadanie. Każde zadanie ma swoje koncepcje *ad hoc*: mycie rąk – idiosynkratyczny sposób, w jaki każdy z nas posługuje się mydłem; zakładanie skarpet – to, jak układamy każdą ze skarpet, nim wsuniemy w nie stopy; siadanie – sposób, w jaki się wypinamy i zginamy kolana. W przypadku każdego z zadań można wskazać związane z nim rzeczy, które stanowią „kamienie milowe" procesu uczenia się oraz wskaźniki biegłości. Cechą charakteryzującą koncepcję *ad hoc* jest to, że istnieje coś, na czym możemy się skupić, potencjalnie znaczący atrybut, który można rozpoznać, odnieść się do niego (przynajmniej w myślach), który ujawnia

[67] Powiedzieć moglibyśmy wręcz „amerykańskich butelek z piwem", gdyż w rodzimym kontekście odkręcane metalowe kapsle nie przyjęły się i są u nas obecnie rzadkością [przyp. tłum].

się w trakcie realizacji danego zadania. Nie wszyscy mają wspólne pojęcia *ad hoc*, ale w przypadku dowolnego zadania istnieje wiele rzeczy, na które możemy zwracać uwagę, które mogą stać się obiektami naszych myśli. Część z nich to afordancje oferowane przez otoczenie, inne – to wykonywane przez nas działania lub specjalne sposoby, w jakie je wykonujemy.

Jednak jakie znaczenie dla projektantów ma ta niekończąca się, potencjalnie idiosynkratyczna produkcja koncepcji *ad hoc*? Mówi nam ona, że projekt nigdy nie jest w pełni ukończony ani uniwersalny. Gdy agenci posiadają koncepcje *ad hoc*, mogą podjąć otwartą analizę własnej sytuacji. Na przykład telewidzowie często przełączają programy. „Skakanie po kanałach" jest emergentnym zachowaniem, które gdy już zostanie rozpoznane, może wywołać potrzebę zmian. Jednak bez samego pojęcia jest mało prawdopodobne, by udało się zidentyfikować główne problemy związane z tym zjawiskiem. Na przykład kto z nas nie irytował się, gdy zmienił kanał z powodu przerwy na reklamę, lecz nie zdążył przełączyć z powrotem, gdy wznawiano emisję programu? Wspomniany problem, to znaczy trudność z wyczuciem, kiedy kończy się reklama, stanowi świetną okazję dla projektantów. W niektórych telewizorach potrzeba telewidzów została zaspokojona dzięki funkcji PiP (*Picture-in-Picture*), która pozwala w trakcie skakania po kanałach śledzić w pomniejszonym oknie wybrany, interesujący nas kanał i wrócić do niego natychmiast po zakończeniu bloku reklamowego. Skakanie po kanałach jest typowym przykładem cyklicznego procesu, który polega na tym, że projektanci przyczyniają się do wyłonienia się jakichś zachowań, które z kolei prowadzą do nowych rozwiązań projektowych. Ukazuje to, że procesy uczenia się zachodzące w obrębie tworzonego przez nas świata mają charakter ciągły, a enaktywne środowiska zarazem są osobiste i wciąż ewoluują. Tegoroczna struktura kosztów nie oddaje tego, jak będą przebiegały interakcje w przyszłym roku, gdyż w wyniku uczenia się zmieniają się nasze zachowania oraz stosunek kosztów i zysków (Kirsh 2010).

3. Rekonceptualizacja roli naszych ciał w procesach poznawczych

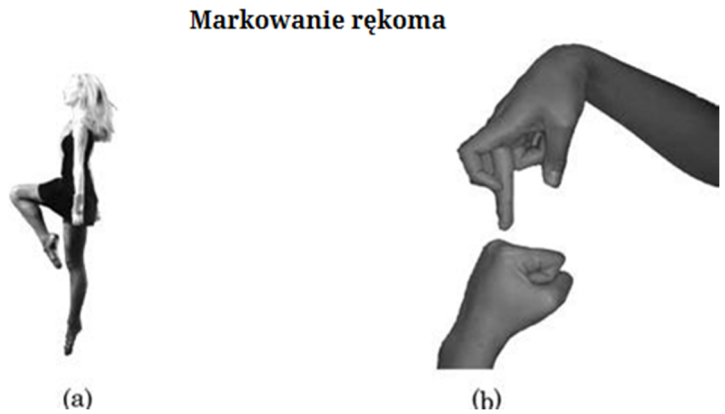
Dotąd dyskutowaliśmy o tym, jak osiągać cele pragmatyczne, wykorzystując nasze ciała oraz narzędzia. Jednak mogą one służyć również osiąganiu celów niepragmatycznych[68]. W trakcie nauki nowych figur i fraz profesjonalni tancerze wykorzystują swoje ciała nie po to, by osiągnąć pewien rezultat praktyczny, lecz ze względu na pewne cele poznawcze; najczęściej wykorzystują swoje ciała, by fizycznie modelować różne rzeczy. To samo często można po-

[68] Kirsh nawiązuje tu do rozróżnienia na działania poznawcze (*epistemic actions*) oraz działania pragmatyczne (*pragmatic actions*), jakie wprowadził wraz z Paulem Maglio w tekstach prezentujących wyniki ich badań eksperymentalnych nad sposobami gry w Tetris (zob. np. Kirsh i Maglio 1994) [przyp. tłum.].

wiedzieć o gestach (Goldin-Meadow 2005; Goldin-Meadow Beilock 2010) oraz różnego rodzaju przedmiotach materialnych, którymi się posługujemy. Myślimy za ich pomocą. Manipulacja przedmiotem może niekiedy okazać się skuteczna jako sposób popchnięcia naszych myśli do przodu [lub na nowe tory]. W części tej przytaczam wyniki pewnych badań empirycznych dla poparcia tych twierdzeń oraz zastanawiam się, dlaczego tak właśnie jest.

3.1. Eksperyment z udziałem ekspertów tanecznych

Przytaczane dane pochodzą z pojedynczego stadium eksperymentalnego zrealizowanego w 2010 roku w celu sprawdzenia skuteczności różnych metod uczenia się nowej frazy tanecznej. Badanie to było częścią szerzej zakrojonego studium etnograficznego poświęconego zagadnieniu poznania ucieleśnionego i rozproszonego w dziedzinie choreografii i opracowywania nowego tańca. Opis tego przedsięwzięcia badawczego można znaleźć w: Kirsh i in. 2009, Kirsh 2012a, 2012b oraz Kirsh i in. 2012. Podczas eksperymentu okazało się, że częściowe modelowanie frazy poprzez markowanie, jak zwykło się określać tę technikę w świecie tańca, jest lepszą metodą nauki niż praca z kompletną frazą, czyli wykonywanie jej w pełni, od początku do końca. Odkryliśmy również, że zarówno markowanie, jak i wykonywanie pełnych fraz są lepszymi metodami opanowywania tańca niż wielokrotne wewnętrzne, mentalne symulacje frazy, które to podejście sprawdza się w innych dziedzinach (zob. Kossylyn i Moulton 2009). Ostatni z wniosków wydaje się intuicyjny: lepiej coś przećwiczyć fizycznie niż tylko w głowie. Inaczej jest w przypadku pierwszego ustalenia: to, że częściowe, niedoskonałe modelowanie tańca – forma praktyki polegająca na uczeniu się frazy aspekt po aspekcie – bywa skuteczniejsze niż próba dokładnego powtórzenia pełnej frazy, jest zastanawiające. Wyjaśnienie tej obserwacji pomoże nam w zrozumieniu tego, jak aktywność fizyczna – ruch naszych ciał lub posługiwanie się narzędziami – może „napędzać" nasze myślenie. Wyniki eksperymentu sugerują również, że dotychczasowe badania nad uczeniem się poprzez obserwację oraz poprzez mentalne symulacje mogą nie dać się uogólnić na naukę skomplikowanych ruchów. Eksternalizacja procesów myślowych podnosi skuteczność lub przekształca wewnętrzne procesy.



Ilustracja 1. (a) Tancerka wykonująca step irlandzki uchwycona w ruchu; (b) ten sam ruch markowany za pomocą rąk. Taniec ten to odmiana stepu, w której ramiona trzymane są nieruchomo wzdłuż ciała. Tancerze zazwyczaj markują kroki i figury stepu irlandzkiego, posługując się jedną ręką dla [oznaczenia] ruchu, a drugą – podłogi. W większości przypadków markowanie zakłada modelowanie fraz tanecznych za pomocą całego ciała, a nie tylko rąk.

3.2. Czym jest markowanie?

Jak wspomniałem we Wprowadzeniu, markowanie odnosi się do wykonania frazy tanecznej w sposób niepełny. Ilustracja 1 prezentuje przykład markowania frazy za pomocą rąk, która to forma jest bardziej zredukowana niż powszechnie spotykane markowanie zakładające odwzorowanie frazy za pomocą całego ciała. Markowanie stanowi [istotną] część praktyki tancerzy i wykorzystywane jest na wszystkich jej etapach: projektowania nowego tańca, jego nauki, prób przed występem oraz odtwarzania. Niemal wszyscy anglojęzyczni tancerze znają ten termin, choć istnieje niewiele artykułów naukowych, które opisywałyby ten proces lub zawierały instrukcję jego wykonywania[69].

Kiedy tancerze markują frazę, używają kształtu i ruchu swojego ciała jako struktury wspomagającej wyobrażanie pewnych rzeczy realnych lub jako nośnika reprezentacji odsyłającego do jakiegoś rzeczywistego obiektu lub jego wybranego aspektu. Kluczową cechą markowania jest to, że nie odtwarza ono całej frazy, którą wykonuje się w normalnych warunkach, lecz jedynie tworzy jej uproszczoną lub wyabstrahowaną wersję: model czy też trójwymiarowy szkic. Zgodnie z powszechnym przekonaniem tancerze markują, aby oszczędzać energię, unikać uciążliwych forsownych ruchów, takich jak skoki, i by podczas treningu unikać wyczerpania emocjonalnego. Jednak tancerze

[69] Jak dotąd, poszukiwania profesjonalnych bibliotekarzy Wielkiej Brytanii i USA zajmujących się problematyką tańca nie pozwoliły na odnalezienie naukowych artykułów dotyczących praktyki markowania.

w trakcie markowania często stwierdzają, że pracują w tej chwili w sposób szczególny, na przykład przyglądają się lub badają określone aspekty frazy, jej tempo, sekwencję ruchów, kryjące się za nią intencje, a markowanie pozwala im na dokonanie tego bez konieczności skomplikowanych operacji mentalnych koniecznych do wykonania pełnej wersji frazy[70].

Z markowaniem, czy też szerzej: praktyką wytwarzania uproszczonej wersji procesu – osobistego modelu, z którym można pracować i za jego pomocą myśleć – można spotkać się poza światem tańca, w niezliczonych innych dziedzinach ludzkiej aktywności. Dorośli grający w tenisa, golfa czy koszykówkę często „trenują", wykonując próbne zamachy lub strzały pod nieobecność innych graczy, tak jakby przygotowywali się do właściwej gry. Niekiedy nawet robią to bez rakiety, kija czy piłki. Wiolonczeliści niekiedy trenują pasaże na własnych rękach, wykonując kolejne układy palców na własnym „prawym przedramieniu trzymanym pionowo naprzeciwko klatki piersiowej, niczym substytut szyjki wiolonczeli" (Potter 1980: 109), w sposób przywodzący na myśl tancerza trenującego step irlandzki, który za pomocą dłoni markuje jeden z kroków. Nie towarzyszy temu żaden dźwięk. Aktorzy teatralni również często powtarzają po cichu swoje kwestie lub wykonują ruchy „na próbę", nim wkroczą na scenę. W teatrze powszechną praktyką jest „włoska próba generalna" – jak określa się próbę teatralną polegającą na wyrecytowaniu kwestii i poruszaniu się po scenie w przyśpieszonym tempie, co ma pomóc w lepszym wyczuciu czasu oraz rozpoznaniu wzajemnych pozycji aktorów w przestrzeni. Wszystkie przytoczone przykłady łączy to, że ludzie zdają się preferować pracę z procedurami w uproszczonej postaci raczej niż z ich wiernymi, pełnymi wersjami. Ujmując to nieco inaczej, markowanie przypomina grę w tenisa lub ping-ponga na konsoli Wii za pomocą pilota.

3.3. Co z tego wynika dla projektowania?

Często nauka i trening bazują na wykonywaniu pełnych procedur. Czy jest to najskuteczniejszy sposób uczenia wszystkiego? Gdyby udało się uogólnić przytoczone tu wnioski, mogłoby się okazać, że procedury i umiejętności można skuteczniej trenować, stosując podejście przypominające markowanie, zakładające tworzenie prostych modeli rzeczy lub wykorzystanie ciał w sposób zbliżony do pantomimy, by zademonstrować docelowe działanie w przerysowany, nienaturalny sposób. To bardzo ogólna idea, która może sterować pracami projektowymi nad urządzeniami kładącymi nacisk na procesy uczenia się. Co więcej, przywołane tu badania ukazują stosunkowo słabo znane sposoby ludzkiego myślenia, co otwiera możliwość zaprojektowania tak różnych

[70] Przytaczane relacje zostały zebrane przez autora w trakcie wywiadów z członkami zespołu tanecznego Random Dance w trakcie badań nad markowaniem.

rzeczy jak nowe narzędzia rozwiazywania problemów, przepisy kulinarne czy narzędzia służące efektywniejszej współpracy. Wkrótce do tego wrócimy.

3.4. Jakie ma to znaczenie w szerszym kontekście?

Odkrycie, że markowanie jest najlepszą metodą nauki, podważa zarówno zdroworozsądkowe przekonania, jak i dotychczasowe badania nad uczeniem się czynności o dużej złożoności motorycznej. Wydaje się oczywiste, że trenowanie ruchów w pełnej postaci, tak jak docelowo należy je wykonywać, powinno być skuteczniejsze niż ćwiczenie ich intencjonalnie zniekształconej lub w istotny sposób wybrakowanej wersji. Pójdźmy dalej tym tropem: gdyby było inaczej niż podpowiada nam zdrowy rozsądek, to wielokrotne rysowanie karykatur ludzkiej twarzy (lub jakiejś innej wypaczonej jej wersji), zamiast prób stworzenia realistycznego portretu, powinno ostatecznie doprowadzić do powstania szkicu bardziej realistycznego od tego, jaki można uzyskać w wyniku wielokrotnych próby prawidłowego uchwycenia twarzy. Podobnie ćwiczenie uderzeń tenisowych bez piłki lub ignorowanie pozycji ciała podczas uderzenia powinno zaowocować lepszymi uderzeniami niż trening z prawdziwą piłką zakładający nieustanne zachowanie prawidłowej postawy. Być może przyszłe badania eksperymentalne wykażą, że wbrew zdrowemu rozsądkowi obie wspomniane metody przypominające markowanie w tańcu są lepszą formą treningu niż każdorazowe ćwiczenie ruchów pełnych, a nie zniekształconych w jakichkolwiek sposób. Istnieją już dobrze znane precedensy. W przypadku muzyki instrumentalnej przerysowane wykonanie utworu lub jego części uznaje się za dobrą metodę ćwiczeniową, której efekty końcowe są zdecydowanie lepsze niż efekty prób zakładających ciągłe wykonywanie poprawnych wersji (Hinz 2008). Muzycy często trenują tylko jeden aspekt danego pasażu – układ palców, rytm, wodzenie smyczkiem – ignorując intonację i tonalność (Stern i Patok 2001). Najwyraźniej markowanie już jest doceniane jako jedna z technik treningu[71]. Jednakże uznanie metody zakładającej ćwiczenie wyłącznie wypaczonych wersji docelowych działań lub wersji, które pozbawione są pewnych kluczowych elementów jako naczelnej metody treningu wydaje się kontrintuicyjne. Ku naszemu własnemu zaskoczeniu, badania wykazały, że takie właśnie podejście może być skuteczne. Podważają one również niedawne badania nad nauką tańca. Kilka badań eksperymentalnych (Cross i in. 2009) pokazuje, że wielokrotna ekspozycja badanych na określoną frazę taneczną, czyli „ćwiczenie" na zasadzie mentalnej symulacji w systemie rezonansu motorycznego, prowadzi do rezultatów porównywalnych z tymi, które mają miejsce w przypadku fizycznego praktykowania peł-

[71] Markowania nie doceniono należycie jako praktyki tanecznej mimo jego uniwersalności. Choreografowie i tancerze rozumieją, że nie mogą za każdym razem wykonywać pełnych wersji ruchów. A jednak markowanie traktowane jest jako metoda drugorzędna (rozmowy z Waynem McGregorem i tancerzami zawodowymi).

nych fraz. Ta zaskakująca obserwacja jest zasadna w przypadku nauki rytmu i kroków utworów w przypadku gier typu Dance Dance Revolution (DDR), które polegają na tym, że gracz ma nadeptywać lewą lub prawą nogą na panele umieszczone na macie w rytm muzyki. Badani wielokrotnie oglądali nagrania wideo prezentujące osoby tańczące na DDR i – przypuszczalnie – wewnętrznie odtwarzali ich działania. W naszym eksperymencie trenowane frazy taneczne były zdecydowanie bardziej złożone niż w DDR, wymagały dynamicznego ruchu całego ciała i wczucia się. Jak ustaliliśmy, gdy tancerze mają do czynienia z tego typu złożonymi frazami, odnoszą większą korzyść, stosując markowanie i wykonując pełne frazy niż symulując je w głowach. Sugeruje to, że poruszanie ciałem w sposób kontrolowany, nawet jeżeli w takiej formie ruch ten nie jest nawet zbliżony do docelowej frazy, może ułatwić naukę i ćwiczenie.

Jeżeli nasze ustalenia są trafne, o markowaniu nie należy myśleć jak o przejawie zmęczenia czy lenistwa, co jest dość często spotykane w studiach nad tańcem. Jest ono raczej strategiczną metodą selektywnego treningu. Obserwacja ta otwiera przed nami możliwość opracowania skuteczniejszych metod selektywnej pracy nad pewnymi „aspektami" fraz tanecznych. Wydaje się również, że technika markowania mówi nam coś ważnego o tym, jak można wykorzystać samo ciało, by lepiej zarządzać uwagą, poprawić skupienie, a nawet selektywnie ułatwić symulację. Gdy stosujemy technikę szybkiego czytania, ręka kieruje okiem, by ułatwić czytanie; podobnie ciało może przekierowywać uwagę na rzeczy istotne w realizacji konkretnego działania.

3.5. Przypuszczenia i metoda

Podczas projektowania eksperymentu przypuszczaliśmy, że:

(1) trenowanie pełnych fraz tanecznych będzie skuteczniejsze niż mentalne symulacje,

(2) markowanie pod względem skuteczności będzie lokowało się gdzieś pomiędzy: będzie lepsze niż symulacja, lecz gorsze od ćwiczenia pełnych fraz.

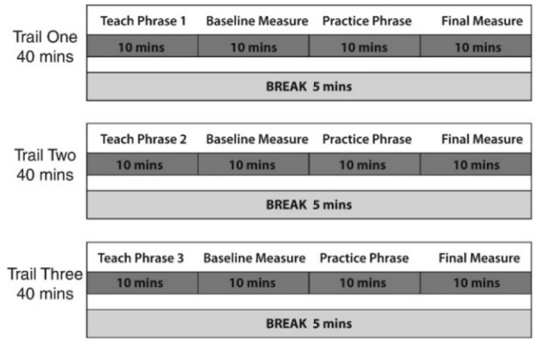
Pamiętając o możliwościach systemu rezonansu motorycznego, pragnęliśmy przekonać się, jaka korzyść wynika z uzupełniania wewnętrznej symulacji o aktywność ciała, i przyjmowaliśmy, że mentalne projektowanie zachodzi również podczas markowania. Byliśmy przekonani, że tancerze dzięki markowaniu uczą się czegoś, jednak nie tak dużo jak wtedy, gdy trenują pełne frazy. Aby sprawdzić nasze hipotezy, przeprowadziliśmy badanie na zespole tanecznym Random Dance, nad którym prowadziliśmy wcześniejsze badania (Kirsh i in. 2009). Wszyscy członkowie grupy należą do najwyższej klasy ekspertów, zostali wyselekcjonowani spośród 800 profesjonalnych tancerzy z Europy i Stanów Zjednoczonych.

3.6. Procedura

Projekt eksperymentu zakładał rozdzielenie 10 tancerzy tworzących Random Dance na trzy grupy: A, B, C. Wszystkie grupy zaproszono do studia i uczono frazy tanecznej trwającej około 55 sekund. Etap nauki frazy trwał 10 minut. Po upływie czasu grupy opuszczały studio i tancerze wracali pojedynczo do studia, gdzie wykonywali ćwiczoną frazę przed nauczycielem, który ich oceniał, wyznaczając tym samym linie bazowe stanowiące punkt odniesienia dla dalszych pomiarów. Po dokonaniu pomiaru kontrolnego każda z grup trenowała frazę w inny sposób, co pokazuje ilustracja 2: A – fizyczne wykonywanie pełnej frazy; B – markowanie; C – mentalne symulowanie frazy podczas leżenia na plecach. Następnie każdy tancerz był oceniany indywidualnie. Po pierwszej rundzie eksperymentu uczono tancerzy drugiej [i trzeciej] frazy o zbliżonej długości i złożoności co pierwsza, ale zmieniano metody treningu.

Występy tancerzy oceniano w następujących kategoriach: (1) poziom techniczny, (2) pamięć, (3) koordynacja czasowa, (4) dynamika. Najpierw oceniał ich w czasie rzeczywistym sam nauczyciel, a później – dwóch niezależnych ekspertów analizujących nagrania występów klatka po klatce. Gdy wystawiono oceny wszystkim, grupa wróciła do wspólnego studia i ćwiczyła taniec przez 10 minut. Polecono im, by podczas treningu byli zwróceni w różnych kierunkach i nie patrzyli na siebie nawzajem. Po upływie wyznaczonego czasu ponownie opuścili studio, by wrócić pojedynczo w celu poddania się ocenie według tych samych kryteriów. Zob. ilustracja 3.

Ilustracja 2. Warunki eksperymentalne. Badani doskonalili frazy na jeden z trzech sposobów: markowali ją, wykonywali pełną wersję lub symulowali ją mentalnie, leżąc nieruchomo na plecach. Gdy już ich oceniono, mieli pięć minut na odpoczynek, po czym przystępowali do nauki kolejnej frazy, jednak za każdym razem zmieniali sposób treningu. W ten sposób każdy z badanych ćwiczył na wszystkie trzy sposoby.



Trial	Group A	Group B	Group C
Phrase 1	Full	Mark	Sim
Phrase 2	Mark	Sim	Full
Phrase 3	Sim	Full	Mark

(b)

Ilustracja 3. (a) Schemat prezentujący czasową strukturę eksperymentu. Po 10 minutach nauki badani byli oceniani, następni trenowali frazę [na jeden z trzech sposobów: *Full* – Pełne wykonanie, *Mark* – Markowanie, *Sim* – Symulacja mentalna] i byli ponownie oceniani. Proces uczenia został tu zdefiniowany jako zmiana ocen uzyskanych po 10 minutach treningu. (b) plan eksperymentu oparty na kwadracie łacińskim o wielkości 3 x 3.

3.7. Miary

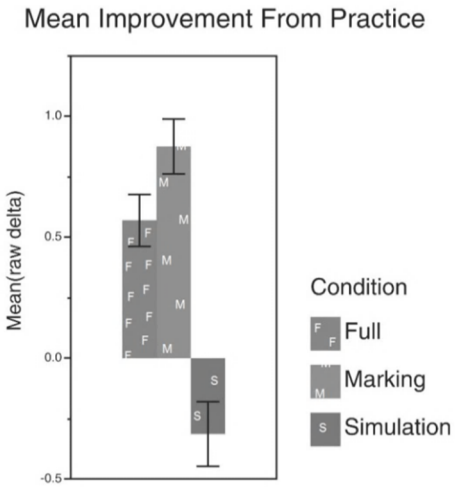
Poziom techniczny. Oznacza poziom precyzji ułożenia ciała mierzony w skali pięciostopniowej, w odstępach co .5. W jakim stopniu postawa tancerza jest strukturalnie poprawna? Gdy przedmiotem zainteresowania jest dane przejście, jego strukturalne aspekty można oceniać także zgodnie z wymiarem technicznym. Inne elementy związane z precyzją, takie jak wierne odwzorowanie dynamiki frazy, ujęte zostały za pomocą miary „dynamika".

Pamięć. Inaczej: poziom szczegółowości, odnosi się do stopnia kompletności ruchu. Czy ruch ujawnia wszystkie elementy właściwe dla poszczególnych poziomów hierarchii szczegółowości?

Koordynacja czasowa. Odnosi się do poziomu precyzji czasu trwania poszczególnych kroków oraz czasu trwania przejść. W celu uzyskania najwyższego poziomu precyzji podczas kodowania czasowych parametrów analizowano nagrania klatka po klatce, porównując oceniane wykonanie z wystąpieniem wzorcowym.

Dynamika. Odnosi się do siły, szybkości i przyśpieszenia ruchów. Kategoria dynamiki obejmuje również inne właściwości ruchu tanecznego, takie jak opór, soczystość, gładkość, emocjonalność i intencjonalność.

Zestawienie II:



3.8. Wyniki

Analiza uzyskanych wyników ujawniła, że:

(1) Markowanie jest najskuteczniejszą metodą ćwiczenia, nieco bardziej wydajną od wykonywania pełnych fraz pod względem miar pamięci, poziomu technicznego i koordynacji czasowej (średnia różnica = .31; p = .0189). Jednakże pod względem miary dynamiki górowało uczenie się poprzez odtwarzanie pełnych fraz.

(2) Zarówno markowanie, jak i wykonywanie pełnych fraz dawało zdecydowanie lepsze rezultaty nauki pod względem wszystkich czterech miar niż mentalne symulacje (średnia różnica = 1.19; p = .0001).

(3) Symulacje mentalne nie stanowią skutecznej formy treningu; efekty nauki w tym trybie były znikome, a w wielu przypadkach nauka tą metodą prowadziła do spadku poziomu wykonania frazy.

Zestawienie II prezentuje średnie postępy wynikające z treningu (delta uczenia się) mierzone za pomocą skali pięciostopniowej. Największa poprawa następowała w wypadku markowania, nieco mniejsza – w wypadku wykonywania pełnych fraz, a w przypadku symulacji wewnętrznych nastąpił spadek poziomu. Bezwzględna różnica w delcie między markowaniem a pełnym wykonaniem to 0.31, co jest istotne, gdy pomiaru dokonujemy przy wyniku z dla Poziomu technicznego, Pamięci i Koordynacji czasowej (p = .0189). Wykonywanie pełnych fraz jest lepsze, jeśli chodzi o dynamikę, ale nie w sposób znaczący statystycznie (p = .145). Wszystkie wartości p wyliczono ponad wyniki z

w celu zredukowania szumu wynikającego ze zróżnicowania tancerzy, typów skal i oceniających.

Zestawienie III pokazuje, że markowanie jest znacząco lepsze niż pełne frazy w zakresie nauki tych aspektów, które związane są ze stroną techniczną i pamięcią. Nie zaskakuje to, że markowanie jest mniej skuteczne podczas uczenia się dynamiki fraz, gdyż ta jest stosunkowo rzadko trenowana za pomocą tej metody. Symulacje wewnętrzne były najskuteczniejsze, jeśli chodzi o myślenie na temat elementów technicznych (precyzji w poruszaniu się). Jednak w przypadku przyswajania sobie szczegółów ruchów metoda ta prowadziła do pogorszenia wyników badanych, czyli do uczenia się negatywnego.

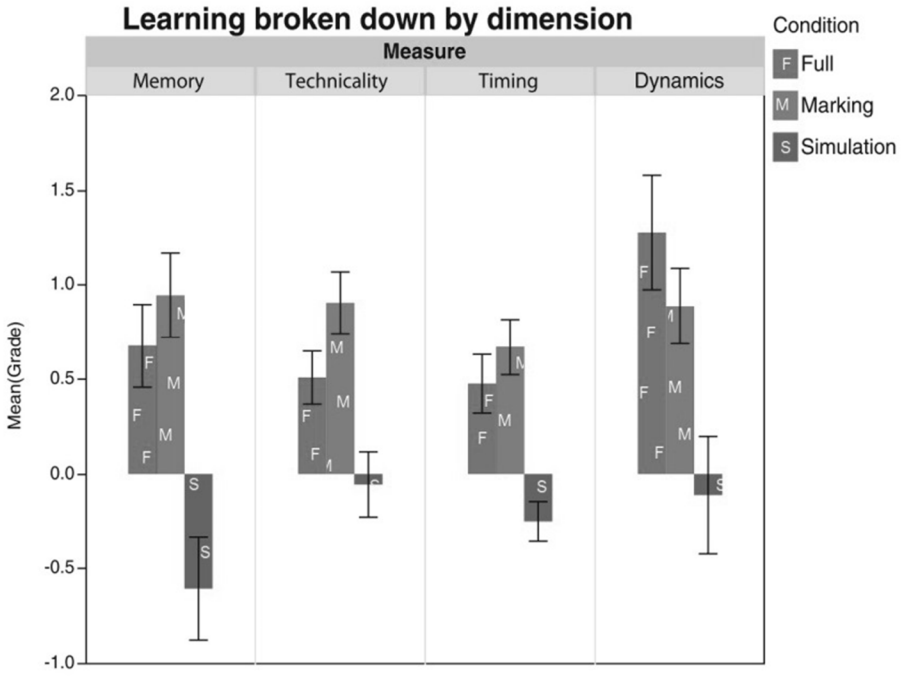
Aby wyliczyć te wartości, przeprowadziliśmy jednokierunkowy test ANOVA dla wszystkich miar we wszystkich przypadkach i ustaliliśmy występującą wszędzie istotną statystycznie różnicę. Następnie przeprowadziliśmy porównania *post hoc* (HSD – *Honestly Significant Difference* Tukeya) oraz wyliczyliśmy wartość *p*, jak widać to w tabeli IV.

4. Pomysły teoretyczne, które mogłyby wyjaśnić, dlaczego markowanie jest tak skuteczne

Czym można tłumaczyć to, że markowanie ułatwia symulację mentalną? Dlaczego jest ono lepsze od ćwiczenia pełnych fraz? Proponowane tu wyjaśnienie skupia się na pewnych ogólnych procesach, które – jak sądzę – odnoszą się nie tylko do tańca, ale również szerzej do procesu rozwoju umiejętności oraz myślenia za pomocą ciała. Proponowana przeze mnie zasada wyjaśniająca stosuje się również do procesu myślenia za pomocą narzędzi oraz przedmiotów codziennego użytku. Markowanie to po prostu aktywność, w przypadku której myślenie za pomocą ciała jest szczególnie wyraźne.

Gdy tancerze markują, rzutują poza konkretne figury, przejścia i tym podobne, które aktualnie wykonują, i odnoszą się do ruchu zbliżonego do idealnego. Potwierdzają dane jakościowe uzyskane podczas wywiadów z tancerzami. Zapytani o to, co myślą w trakcie markowania, stwierdzili, że mają na myśli pełną, niewypaczoną frazę, choć pozbawioną części dynamiki. Nie „widzą" siebie samych wykonujących niepełny, zniekształcony ruch, jak gdyby patrzyli na siebie w lustrze podczas markowania, ale raczej „widzą" się kinestetycznie od środka, wczuwając w kluczowe aspekty ruchu. Zdają się projektować kinestetycznie, a także do pewnego stopnia wizualnie, od ruchu markowanego w kierunku ruchu „prawidłowego" lub oczekiwanego. To właśnie poprawna fraza stoi przed oczami ich umysłów. Markowanie to zewnętrzne wsparcie lub rusztowanie, które pomaga im w utrzymaniu w umyśle prawidłowego wyobrażenia.

Zestawienie III:



Zestawienie IV. P-wartości pokazujące znaczenie wyników

Mierzone	Mark. >Peł. wyk.	Peł. wyk.>Mark.	Mark.>Sym.	Peł. wyk.>Sym.
Pamięć	.7334		<.0001	<.0001
Technika	.0029		<.0001	.0005
Czasowość	.0194		<.0001	<.0001
Dynamika	-	.145	.0003	<.0001
Pam., Tech., Czas.	.0189	-	<.0001	<.0001

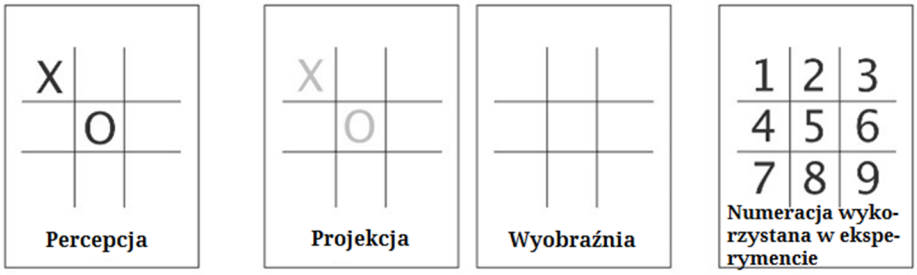
Chcąc wyjaśnić, w jaki sposób niedoskonały model ruchu – bo tym dosłownie jest markowanie – może pełnić funkcje fizycznego wsparcia, powinniśmy wprowadzić kilka koncepcji. Zacznijmy od pojęć projekcji i zakotwiczenia.

Projekcja to umysłowy proces przypominający przyporządkowanie obrazu mentalnego do struktury fizycznej. Gdy projektujemy mentalny obraz na przedmiot – bez względu na to, czy chodzi o projekcję kinestetyczną, czy wizualną – mamy wrażanie, jakbyśmy intencjonalnie wzbogacali go o pewne właściwości. Przedmiot ten *zakotwicza* nasze umysłowe wyobrażanie, przy czym skuteczne rzutowanie wymaga przestrzennego lub czasowego „zazębienia się" projektowanego obrazu i struktury pełniącej funkcję kotwicy. W przypadku projekcji wizualnych najprostszym przykładem formy projekcji zrozumiałej dla osób widzących jest przypisanie do obiektu obrazu o prawi-

dłowym rozmiarze, powiązanego z określoną powierzchnią zewnętrznej struktury.

Gdy wyobrażamy sobie przedmiot, również mamy do czynienia z obrazami mentalnymi, jednak nie przypinamy ich do żadnej struktury zewnętrznego świata. Wyobrażenia nie mają swoich fizycznych kotwic, a wyobrażane obrazy nie muszą mieć określonych rozmiarów lub położenia w przestrzeni.

Dla odmiany, gdy widzimy przedmiot, niczego sobie nie wyobrażamy ani nie projektujemy. Doświadczamy zewnętrznego przedmiotu lub sytuacji, o których sądzimy, że są rzeczywiste. Oczywiście dotyczy to wiarygodnych postrzeżeń. W wyniku percepcji powstają doświadczenia o wysokiej rozdzielczości, które różnią widzących w zdecydowanie mniejszym stopniu niż wyobrażenia czy projekcje.



Ilustracja 4. Różnicę między percepcją, projekcją a wyobraźnią można pojmować podobnie do różnicy między (a) widzeniem znaków X i O wpisanych w kratki, (b) projektowaniu tych znaków na puste kratki oraz (c) wyobrażeniem sobie tych znaków podczas patrzenia na pustą kartkę papieru lub formowaniem mentalnych obrazów kratki i znaków przy zasłoniętych oczach. Badani uczestniczący w opisanym eksperymencie byli sprawdzani tylko pod kątem projektowania i wyobrażania. Grali w kółko i krzyżyk, nazywając głośno swoje ruchy i posługując się zaprezentowanym systemem numerowania kratek planszy.

Ilustracja 4 prezentuje różnice między projekcją, wyobraźnią a percepcją na przykładzie trzech różnych sposobów grania w kółko i krzyżyk; eksperymentalne obserwacje osób grających na te trzy różne sposoby były pomocne w lepszym zrozumieniu idei projekcji oraz wyobraźni.

Percepcja. Gracze widzą zapisane na planszy znaki X i O. Gra toczy się w tradycyjny sposób, poprzez nanoszenie oznaczeń na planszę. Aktualny stan gry jest wyraźnie reprezentowany przez rozmieszczenie X i O w kratkach; układ ten zmienia się wizualnie wraz z rozwojem sytuacji. Nie ma konieczności zapamiętywania wcześniejszych ruchów, gdyż są one widoczne.

Projekcja. Gracze widzą jedynie pustą planszę do gry i wraz z kolejnymi ruchami muszą ją mentalnie wzbogacać. Kratki nigdy się nie zmienią, bez

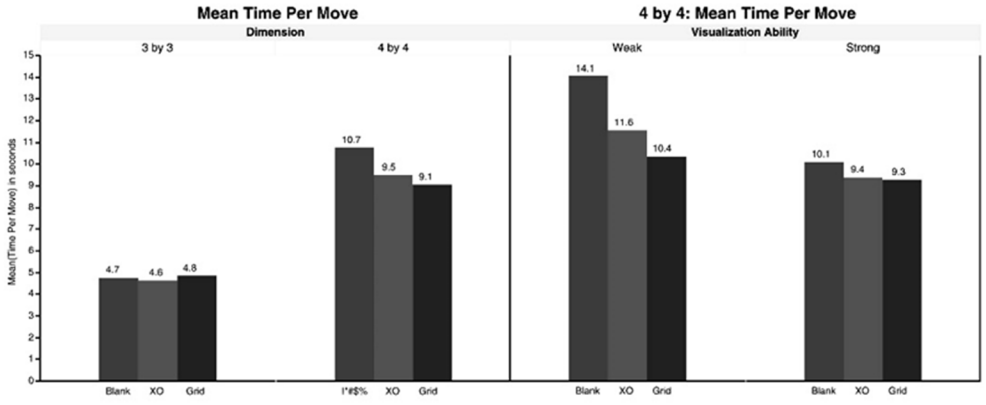
względu na liczbę wykonanych ruchów. Gracze muszą wszystko zapamiętać, jednak same kratki mogą pomóc w strukturyzowaniu informacji i uzyskiwaniu dostępu do pamięci wzrokowej. Projektowanie przypomina zatem technologię rzeczywistości rozszerzonej.

Wyobraźnia. Badani widzą pustą kartkę papieru. Grając, muszą wyobrażać sobie wszystkie ruchy. Nie ma kratek, które mogłyby wesprzeć pracę pamięci wzrokowej. W takich warunkach nie ma znaczenia, czy gramy z zamkniętymi oczami, czy patrzymy na pustą kartkę. Wyobraźnia przypomina co najwyżej tworzenie wirtualnej rzeczywistości.

Tekst Kirsh 2009b prezentuje rezultaty obserwacji 24 osób grających w kółko i krzyżyk w trybie projekcji oraz wyobraźni. Pominęliśmy sytuację, gdy gracze mogliby wpisywać w kratki znaki, gdyż wtedy rezultaty wszystkich badanych byłyby maksymalnie wysokie [co skutkowałoby brakiem jakiegokolwiek zróżnicowania wśród uczestników doświadczenia]. Przed przystąpieniem do gry wszyscy uczestnicy nauczyli się nazywać okna, posługując się liczbami od 1 do 9 w przypadku planszy 3 x 3 (zobacz: Ilustracja 4) oraz liczbami od 1 do 16 w przypadku planszy 4 x 4. Gracze mieli werbalnie sygnalizować swoje ruchy po usłyszeniu ruchu przeciwnika. Na początku badania posłużyliśmy się standardowym testem na wyrazistość wyobrażeń wzrokowych (*Vividness of Visual Imagery Questionnaire II*), aby sprawdzić wydolność wyobraźni wzrokowej uczestników.

Wyniki doświadczenia nie były oczywiste. Jeżeli chodzi o plansze 3 x 3, nie stwierdzono różnicy w poziomie precyzji czy szybkości między grą w trybie projektowania a wyobrażania. Nie tego się spodziewaliśmy. Przypuszczalnie wzrokowy dostęp do planszy zakotwiczającej projekcje nie powodował różnicy w grze na planszy 3 x 3, gdyż w takich warunkach gracze rzadko muszą zapamiętywać więcej niż pięć lub sześciu ruchów.

Zestawienie IV:



W wypadku gry na planszy 3 x 3 nie stwierdzono większych różnic między obiema sytuacjami eksperymentalnymi. W wypadku planszy 4 x 4 uśredniona skuteczność graczy była w istotne statystycznie sposób wyższa w przypadku gry z pustą planszą niż

z białą kartką papieru (średnia różnica = 1.6s, p = .002). Gdy badanych podzielono na osoby o niskich i wysokich umiejętnościach wizualizowania, okazało się, że należący do drugiej grupy odnosili mniejsze korzyści [z dostępu do] pustej kratki, na którą mogli projektować. Biegle wizualizujący: kratka > pusto = .8s, p = .625; słabo wizualizujący: kratka > pusto = 3.7s, p = .014.

Aby podnieść poziom trudności, nauczyliśmy badanych grać w wariant gry w kółko i krzyżyk z użyciem planszy 4 x 4. W takim wypadku obciążenie pamięci wzrokowej jest dużo wyższe i wówczas – zgodnie z naszymi ustaleniami – dostęp wzrokowy do planszy stanowił ułatwienie dla wszystkich graczy, przy czym efekt był silniejszy u osób o niższych umiejętnościach wizualnych. Jak przewidywaliśmy, w tych warunkach kratki służyły za fundament lub rusztowanie dla projektowania. Jednak efekt był zróżnicowany. U osób słabszych pod względem umiejętności wizualizowania kratki znacząco poprawiły ich wyniki. Jednak u osób o dużych kompetencjach w zakresie wizualizowania odkryto jedynie tendencję do uzyskiwania lepszych wyników podczas gry z planszą. Jak pokazuje zestawienie IV, w rozgrywkach na planszy 4 x 4 zachodzi interakcja pomiędzy poziomem umiejętności wyobrażania sobie a przydatnością planszy. Najwyraźniej jeżeli ktoś potrafi grać w kółko i krzyżyk w wyobraźni, odnosi niewielkie korzyści projektując treści na puste kratki. Nasz eksperyment należy traktować jako badanie pilotażowe (n = 24, spośród czego sześć osób zaklasyfikowano jako osoby o wysokich, a drugie sześć – jako osoby o niskich umiejętnościach w zakresie wizualizacji), jednak wydaje się płynąć z niego wniosek, że po przekroczeniu pewnego poziomu trudności zadań na pamięć przestrzenną każdy z nas odnosi korzyści z wykorzystania struktur zewnętrznych. Przewidujemy zatem, że w przypadku planszy wielkości 5 x 5 nawet osoby o wysokich kompetencjach wizualnych znacznie skorzystałyby na wykorzystaniu pustej planszy.

Znaczenie przytoczonych wyników dla praktyki markowania jest takie, że jeśli ruch jest łatwy do nauczenia, markowanie nie pozwoli tancerzom „zwizualizować" sobie ruchu precyzyjniej niż gdyby tylko symulowali go w umyśle. Przewidujemy, że gdy ruch jest trudny do nauczenia, wtedy markowanie ułatwia projektowanie na takiej zasadzie, że pozwala tancerzom myśleć o ruchach wymagających większej precyzji lub obejmujących więcej szczegółów niż te, które da się symulować w umyśle, leżąc bez ruchu. Wniosek ten jest spójny z ustaleniami Crossa i in. (2009) oraz Williamsa i Gribble'a (2012). W obu przypadkach stwierdzono, że badani, którzy obserwowali innych ludzi wykonujących ruchy taneczne, uczyli się ich równie skutecznie co osoby wykonujące osobiście docelowe ruchy. Co jednak istotne, ruchy, których uczyli się badani, były prostymi krokami przed siebie czy na boki i nijak nie przypominały fraz tanecznych analizowanych przez nas; ponadto nauka ruchów odbywała się w oparciu o wyświetlany na ekranie instruktaż. Można z tego wnioskować, że uczenie się ich było prostym zadaniem, a obciążenie pamięci

zdecydowanie niższe niż podczas gry w kółko i krzyżyk czy uczenia się pełnych fraz tanecznych.

4.1. Markowanie jako mechanizm wspomagający projektowanie

Przypuszczamy, że markowanie stanowi dla tancerzy lepszą metodę nauki niż symulacje, gdyż sam akt wyprowadzania rzeczywistego ruchu stwarza fizyczną kotwicę, na którą można rzutować pełną, niewypaczoną wersję frazy. Kotwica ta częściowo odciąża wyobraźnię tancerzy i pozwala im skuteczniej myśleć o aspektach ruchu, który chcą dopracować, odświeżyć sobie lub przećwiczyć. Markując, tancerze szkicują ruch w sposób schematyczny, jednak myślą o pełnym ruchu – powielanym lub planowanym. Udaje im się to dzięki projektowaniu na markowany ruch lub poprzez wykorzystywanie markowania jako struktury usprawniającej mentalne symulacje w jakiś niewyjaśniony jeszcze sposób.

W chwili obecnej nie można przytoczyć zbyt wielu twardych dowodów potwierdzających, że markowanie wspomaga projekcję. Można przywołać analogię do procesów zaobserwowanych w trakcie eksperymentu z grą w kółko i krzyżyk. W naturalnych warunkach można zaobserwować wiele podobnych sytuacji, które świadczą o powszechności tego typu zjawisk. W muzyce uderzanie stopą w celu utrzymania rytmu jest dobrą analogią do wykorzystania pustej kratki podczas gry w kółko i krzyżyk. Stukanie nogą przez muzyków podczas tworzenia i odtwarzania muzyki przypuszczalnie służy zakotwiczeniu projekcji rytmu muzycznego, który ma zostać wykonany. Jak twierdzą sami muzycy, wystukiwanie nogą zapewnia im stabilny, równy takt, który ułatwia skupienie, gdy myślą o rytmie, który mają zagrać. Stukanie nogą pełni funkcję struktury wspomagającej, gdyż – jak się przypuszcza – wywoływane jest przez wewnętrzny oscylator (Eck i in. 2000); jest on na tyle autonomiczny względem innych systemów neuronalnych, że umożliwia centrom odpowiedzialnym za planowanie motoryczne wyższego rzędu niezależną pracę nad innymi, choć powiązanymi rodzajami działań: bardziej złożonymi rytmami muzycznymi, które wykonywane są na bazie owego taktu. Dzięki swojej autonomii oscylator działa tak jak zewnętrzne zasoby, na których możemy polegać, takie jak kratki w grze w kółko i krzyżyk. Podczas grania bardziej złożonych rytmów stukanie nogą ułatwia wykonawcy koordynację czasową. Stukanie nogą w dziedzinie dźwięku można uznać za dynamiczny odpowiednik wzrokowej projekcji w zakresie widzenia.

Funkcjonowanie orkiestr oferuje inny przykład dynamicznej projekcji, tym razem bardziej zbliżony do praktyki markowania. Dyrygent, gestykulując przed swoim zespołem, utrzymując takt za pomocą dynamiki swoich rąk i batuty, robi coś więcej niż tylko ucieleśnia czy prezentuje ów takt. Markuje wykonywany utwór muzyczny. Jego ramiona oraz dynamika gestów nakie-

rowują uwagę członków zespołu na określone elementy utworu: fragmenty grane *crescendo*, kontrapunkty, momenty wejścia i tym podobne. Ruchy dyrygenta bodźcują wykonawców. Z pewnością nie są one tym samym co pełne wersje czynności wykonywanych przez każdego z muzyków. Dyrygent nie wygrywa żadnych nut, nie wodzi smyczkiem, nie dmie [w instrumenty dęte] ani nie bije w bębny. Cała informacja zakodowana w jego gestach jest skąpa, [niedookreślona; *aspectival*]. Jednak dzięki jego markowaniu utworu muzycy zyskują coś, na czym mogą oprzeć się i co mogą dopracować. Ruchy dyrygenta zakotwiczają projekcje, a przy okazji samą czynność grania. Dyrygowanie jest czymś tak naturalnym i przydatnym, że z łatwością przychodzi nam uwierzyć, że muzycy mogli sami przepracować swoje własne partie w sposób zbliżony do dyrygowania, podkreślając pewne aspekty utworu, posługując się głosem i gestem – zamiast wykonywać docelowy utwór na instrumencie.

Ostatni przykład gestów zakotwiczających rzutowane obrazy mentalne dotyczący projekcji czysto umysłowej pochodzi z badań nad techniką arytmetyczną znaną jako umysłowe liczydło (*mental abacus*). Frank i Barner (2012) przebadali grupę uczniów szkół podstawowych w Gudżarat w Indiach. Uczono ich, jak dodawać i mnożyć na liczydle, a gdy uzyskali już biegłość, poproszono ich o wykonywanie obliczeń bez pomocy tego przyrządu. Owa technika obliczeń arytmetycznych zawdzięcza swą nazwę faktowi, że uczniowie wciąż posługują się liczydłem, choć jest ono jedynie wyobrażane, podobnie jak czynności, które na nim się wykonuje. Zauważmy, że niemal wszyscy uczniowie pracujący na wyobrażonych liczydłach układają palce tak, jakby fizycznie przesuwali koraliki, co przypomina czynność markowania. Gdy zabrania się im korzystania z rąk, ich wyniki pogarszają się (Frank and Barner 2012, Hatano i in. 1977). Sugeruje to, że gestykulowanie nie jest zwykłym epifenomenem, czyli nadwyżkową czynnością jedynie towarzyszącą procesom umysłowym, która nie odgrywa żadnej roli w obliczeniach. Poruszanie dłońmi wydaje się podnosić skuteczność symulacji mentalnych. Mechanizm może być zbliżony do markowania przez tancerzy. Niedokładnie symulując czynność przesuwania koralików liczydła, uczniowie ułatwiają sobie tworzenie i przekształcanie struktur umysłowych. Projektują na bazie własnych gestów.

4.2. Markowanie jako technika przekierowująca uwagę na wybrane aspekty ruchu

Naszą główna hipoteza głosi, że markowanie wspomaga projektowanie, jak również może pełnić inne funkcje: pomagać trenującym w zarządzaniu własną uwagą. Markowanie sprawia, że „tancerze pozostają wierni" [tańcowi]. Pozwala im skupić się po kolei na różnych aspektach[72] wykonywanego ruchu,

[72] Tancerz może skupić się na dowolnej części lub atrybucie ruchu. Za pomocą systemu analizy Labana można ująć te aspekty w cztery główne kategorie: (1) ciało – określa ona, które części ciała

systematycznie przećwiczyć te spośród nich, które można łatwo zapomnieć podczas mentalnych symulacji ruchu.

Na przykład – jak odkryliśmy – tancerzom poproszonym o trenowanie frazy w trybie symulacji szczególnie trudno przychodziło zapamiętywanie szczegółów ruchu, czyli tego, co należy zrobić na poszczególnych etapach z palcami, głową i nogami. Markowanie pomaga być może dlatego, że skoro działa jak interaktywne szkicowanie za pomocą ciała, to za każdym zarazem, gdy tancerze szkicują, muszą utrzymywać w pamięci szkicowaną część lub części ciała. Skupiając się na określonych częściach, łatwiej jest pamiętać o szczegółach.

Tą skłonnością do skupiania uwagi na szczegółach ruchu można również tłumaczyć wyższość markowania nad wykonywaniem pełnych fraz. Gdy tancerze ćwiczą pełne frazy, muszą realizować wszystkie aspekty ruchu jednocześnie. Trenując w ten sposób, nie można skupić się na koordynacji czasowej przy ignorowaniu kształtu ruchu, czy dopracowywać rozciągnięcie w przestrzeni, zapominając o dynamice, chyba że te pozostałe składowe tańca mogą być wykonywane niczym na autopilocie, podczas gdy tancerz skupia się na innych aspektach. Taki sposób treningu musiałby być bardzo trudny ze względu na interakcje między aspektami, które sprawiają, że trudno zignorować jednocześnie kilka aspektów w trakcie tańca. Tymczasem gdy tancerze markują, mogą ćwiczyć krok po kroku, skupiając się na tym lub innym aspekcie, określonej części ciała, mając pewność, że nie dojdzie do interakcji między różnymi elementami dlatego, że elementy tańca stanowiące źródło potencjalnych zakłóceń po prostu nie są w danej chwili fizycznie wykonywane.

Idea, że fizyczna realizacja pewnych działań może być strategią poznawczą ułatwiającą zarządzanie uwagą, była już wcześniej dyskutowana. W tekstach: Kirsh 1995 oraz Carlson i in. 2007 omówiono eksperymenty, podczas których proszono badanych o liczenie obrazów przedmiotów widocznych na kartce. Podczas eksperymentu omawianego w pierwszym z tekstów były to pięcio-, dziesięciocentówki oraz ćwierćdolarówki, a zadanie polegało na podaniu sumy wartości monet przedstawionych na kartce papieru; w eksperymencie z drugiego tekstu zadanie polegało na liczeniu drobnych gwiazdek. Oba badania wykazały, że wskazywanie palcem obiektów podczas liczenia daje lepsze rezultaty. Dodatkowo podczas drugiego eksperymentu zaobserwowano, że

się poruszają, w powiązaniu lub pod wpływem jakichś innych części; organizacja całego ciała; (2) wysiłek – to między innymi dynamika, jakościowe wykorzystanie energii, tekstura, kolor, emocje, nastawienia wewnętrzne; kategoria ta często sprowadzana jest do unoszenia się, wyrzucania części ciała, ślizgania się, cięć, muśnięć, skrętów i naciskania; (3) kształt – ciało w tańcu może przyjmować kształty statyczne (na przykład kształt przypominający szpilkę, piłkę, ścianę, piramidę, śrubę itp.) lub formy płynne, zmieniające się w toku ruchu; kategoria ta obejmuje również właściwości kształtu, który może być wznoszący/tonący, rozszerzający/skupiający, postępujący/wycofujący; (4) przestrzeń – rozpatruje ruch w powiązaniu z otoczeniem oraz wzorcami przestrzennymi, ścieżkami oraz liniami napięcia przestrzennego. Opis ruchu na poziomie makro obejmuje już frazowanie i relacje. Zob. Konie 2011. Wszystko to może stać się punktem skupienia uwagi i myśli.

liczeniu towarzyszy kiwanie głową, które też przyczynia się do uzyskiwania lepszych wyników. Jeden z powodów, dla którego wskazywanie jest pomocne, to mogące pomóc w śledzeniu wskazanie obiektu, który został policzony jako ostatni. Nasze palce – w odróżnieniu od oczu – pozostają w jednym miejscu, chyba że celowo je przesuniemy. Tymczasem oczy nieustannie wykonują ruchy sakkadowe. Ponadto możemy wykorzystać kilka palców do wskazywania kilku różnych rzeczy naraz, na przykład ostatnio policzonej pięcio-, dziesięciocentówki oraz ćwierćdolarówki. Znaczenie badań tego typu polega na tym, że przypominają nam, że ciała mają inne właściwości niż umysły. Ciała działają w odmienny sposób, rządzi nimi inny rodzaj inercji, a zatem stanowią zasób, który można spożytkować podczas rozwiązywania skomplikowanych problemów. W przypadku tańca oraz wskazywania właściwości te są pomocne w zarządzaniu uwagą.

5. Dlaczego interakcja jest lepsza od obserwacji

Jeszcze kilka lat temu pytanie o to, czy praktyka jest niezbędna, by stać się w czymś mistrzem, jawiłoby się jako bezzasadne: kto mógłby przypuszczać, że ćwiczenie można zastąpić obserwacją? Jeżeli jednak powiążemy ze sobą trzy nowe koncepcje, problem ten okazuje się jak najbardziej aktualny: (a) teoria wspólnego kodowania (Prinz 1997) głosząca, że percepcja motoryczna i wzrokowa posiadają wspólny, zorientowany na środowisko kod; (b) teoria rezonansu motorycznego (Agnew i in. 2007), zgodnie z którą w trakcie obserwacji pobudzony zostaje lustrzany system motoryczny, który w ukryty sposób odtwarza widziane przez nas czynności; wreszcie (c) teoria enaktywnej percepcji (O'Regan i Noe 2001), czyli idea, że współtworzymy postrzegane przez nas środowiska, a zatem percepcja sama w sobie stanowi rodzaj działania. Dziś powinniśmy postawić sobie następujące pytania: Kiedy obserwowanie czegoś jest równie dobre co robienie tego? Czy leń kanapowy może nauczyć się z telewizji równie dużo o danym rodzaju aktywności, co wtedy, gdyby sam się jej oddawał?

Ustalenie tego, czy pierwszoosobowe zaangażowanie motoryczne jest tak ważne, jak się powszechnie uważa, jest niezwykle istotne dla projektantów. Gdyby okazało się, że możemy – przykładowo – równie dobrze nauczyć się gotować przez oglądanie programów kulinarnych, co samodzielnie ćwicząc w kuchni, wówczas projektanci interaktywnych kuchni przyszłości mogliby wykorzystać filmy instruktażowe zamiast interaktywnego systemu informacji rozmieszczanych bezpośrednio na narzędziach i blatach kuchennych. Ewentualnie, skoro praca z niedoskonałymi modelami okazuje się często lepszą metodą nauki złożonego działania niż standardowe, wytrwałe ćwiczenie czy obserwacja, zatem wbudowywanie przepisów w namacalne przedmioty, dostarczanie użytkownikowi wskazówek dotyczących krojenia za pośrednictwem samych noży czy innych podpowiedzi poprzez kuchenne łopatki może

stać się metodą projektowania z wyboru: w ten sposób narzędzia będą mogły na bieżąco ukierunkowywać uwagę użytkownika na wybrane aspekty przepisów. Może okazać się nawet, że opłaca się ucieleśnić przepisy kuchenne w postaci zabawkowych modeli garnków, patelni czy bakłażanów, co pozwalałoby uczącym się szybko przerobić ważniejsze elementy przepisu, jeszcze zanim przystąpią do właściwego gotowania. To, co sprawdza się w przypadku kuchni, odnosi się również do setek innych środowisk, w których standardem stają się wszechobecne, wrażliwe na kontekst technologie obliczeniowe.

Analizowane w tekście zjawiska, które podważają twierdzenie, że „obserwowanie jest równie dobre co samodzielne wykonywanie", odnoszą nas do dość oczywistej kwestii, że każdy z naszych zmysłów generuje informacje w inny sposób. Nawet jeśli istnieje jakiś wspólny kod i dochodzi do rezonansu motorycznego, nie oznacza to, że percepcja wzrokowa wywołuje równie silną ukrytą symulację motoryczną co faktyczny ruch ciała połączony z percepcją kinestetyczną. Planowanie motoryczne może być bardziej czułe na czynniki kinestetyczne. Wzrok dostarcza tylko niewielką porcję informacji niezbędnej dla efektywnego dostosowania się do szybko zmieniających się, interaktywnych sił wpływających na nasze otoczenia i ciała. Czynniki te musimy rejestrować kinestetycznie.

Chcąc lepiej to zrozumieć, przeprowadziliśmy empiryczną analizę zarejestrowanych za pomocą kamer prób, podczas których choreograf pracował z tancerzami nad nowymi ruchami. Jedną z jego ulubionych metod było obserwowanie, jak tancerze samodzielnie próbują uporać się z problemem choreograficznym; następnie – gdy coś go zaintrygowało – fizycznie szkicował za pomocą swojego ciała ich ruchy taneczne. Nie tylko patrzył, również naśladował. Następnie kilkakrotnie poprawiał cielesny szkic i ostatecznie oferował tancerzom swoją wersję ruchu. Wywiązywał się w ten sposób fizyczny dialog. Chociaż nie zawsze. Wiadomo, że choreograf może objaśnić swoją koncepcję za pomocą słów, gestów lub dźwięku, zamiast demonstracji. Przypuszczalnie zatem, kiedy ucieka się do imitowania ruchu, robi tak dlatego, że umożliwia mu to wgląd w taniec, jakiego nie uzyskałby dzięki samemu wzrokowi. W tekście: Kirsh 2012b omawiam zjawisko *riffing-off-of-others*[73].

Intuicyjnie zrozumiałe jest, dlaczego choreograf fizycznie naśladuje ruchy tancerzy. Wykonując je, może lepiej docenić tkwiący w nich potencjał moto-

[73] Pozwalam sobie nie tłumaczyć tego terminu. Czasownik *to riff-off* jest określeniem wywodzącym się z jazzu i nawiązuje do podobnie brzmiącego terminu *to ripp off*, który oznacza „zdzieranie" lub „zżynanie" z innych muzyków. *Riffing off* oznacza podchwytywanie i udoskonalanie pomysłów innych muzyków. W języku polskim, w szczególności w kontekście muzyki gitarowej, funkcjonuje termin „rifowanie" lub „riffowanie"; oznacza on odtwarzanie pewnego relatywnie prostego motywu muzycznego (niekoniecznie własnego pomysłu) przewijającego się przez utwór. Nie oddaje on jednak pierwotnego, jazzowego znaczenia kładącego nacisk na nieustanne udoskonalanie lub przynajmniej twórcze modyfikowanie „riffów" innych wykonawców [przyp. tłum].

ryczny. Struktura tego, w jaki sposób ruch taneczny może zostać rozwinięty i poprowadzony dalej – w których punktach można go twórczo rozwinąć – będzie różna w zależności od tego, czy choreograf będzie wykonawcą, czy jedynie obserwatorem ruchu. I nie bez powodu.

W przypadku tańca pewne atrybuty fenomenologiczne pojawiają się jedynie wtedy, gdy ciało jest autentycznie zaangażowane. Rozważmy chociażby sposób doświadczania wewnętrznych sił, oporu, rozciągania ciała aż do progu bólu, obracania się z taką prędkością, że niemal traci się kontrolę nad własnym ciałem. Wszystkie te fenomenologicznie istotne zjawiska zachodzą dopiero wtedy, gdy wchodzimy w interakcje z rzeczami lub fizycznie pracujemy naszym ciałem. Są one jednak niedostępne wzrokowo. Czujemy więcej niż to widać na zewnątrz. Ograniczając się do obserwacji, możemy dostrzec jakiś subtelny szczegół, który nas zwiedzie. Ludzie są zróżnicowani pod względem siły, giętkości oraz progu bólu. Rozciąganie lub chwyty łatwe dla tancerza dla mnie mogą okazać się bolesne. Zatem gdy widzę coś, co „wygląda" na bolesne rozciągnięcie, niekoniecznie mogę polegać na swoim współodczuwaniu, czyli efekcie pracy systemu lustrzanego odpowiedzialnego za ból. Ponadto pewne odczucia cielesne są całkowicie niewidoczne. Przykładowo wrażenie, które towarzyszy nam tuż przed upadkiem lub utratą równowagi, jak i opór, jaki odczuwamy w ramieniu podczas ruchu[74], mają charakter ewidentnie kinestetyczny i są behawioralnie niewidoczne.

Jak sądzę, to właśnie ta różnica w reprezentacji sensorycznej pomiędzy patrzeniem a tańczeniem jest głównym powodem, dla którego choreograf odtwarza ruchy swoich tancerzy za pomocą własnego ciała. Pomimo intensywnie pracującego systemu rezonansowego i niezwykle rozwiniętej percepcji eksperckiej choreograf może niewiele dowiedzieć się o ruchu na podstawie obrazu. Ograniczenie to spotykane jest dość powszechnie. Rozpatrzmy przykład garncarza formującego miskę na kole garncarskim: część atrybutów sensorycznych dostępna jest wyłącznie za pomocą dotyku; chodzi między innymi o wyczucie momentu, kiedy glina jest na granicy pęknięcia, oraz odbiór jej tekstury. Opierając się na dotyku, garncarz jest w stanie lepiej wyczuć, w jakim kierunku może ukształtować formowany garnek, czyli lepiej odnaleźć się w tym konkretnym środowisku enaktywnym; pracując w takim trybie, łatwiej może wybrnąć z sytuacji, kiedy glina ma za chwilę pęknąć. Ręce wiedzą rzeczy, o których nie wiedzą oczy (Malafouris 2008; O'Connor 2006).

Na poziomie bardziej podstawowym każdy z systemów sensorycznych posiada odmienną ścieżkę sensorycznych oczekiwań. Wydarzenia, które jawią się jako „naturalne" i oczywiste w obrębie jednego systemu sensorycznego, mogą być nienaturalne i całkowicie nieoczywiste dla innego systemu. Co można

[74] Opór to techniczny termin dotyczący mięśni funkcjonujących na zasadzie antagonizmu, gdy ciągną one w przeciwnych kierunkach. Gimnastyka izometryczna stanowi skrajny przykład tego zjawiska.

przewidzieć w obrębie jednego zmysłu – na przykład: „jeśli przesunę rękę dalej zrobię sobie krzywdę" – tego nie można przewidzieć dla innego. Różne zmysły czynią różne atrybuty bardzo określonymi, oczywistymi, jak w przypadku: „boli mnie".

Jest to uniwersalna właściwość systemów reprezentacyjnych: niektóre właściwości kodowane są całkiem jawnie; inne są ukryte w kodzie i dopiero trzeba je wydobyć obliczeniowo. Na przykład kwestia, czy liczba 30 163 jest podzielna przez 7, wymaga pewnych obliczeń. Cecha bycia podzielnym przez 7 nie jest tak oczywista jak podzielność przez 10 czy nieparzystość: nie da się jej wywnioskować na podstawie ostatniej cyfry. Bez zastanowienia możemy powiedzieć, że liczba 30 163 jest nieparzysta i niepodzielna przez 10.

Na podstawie 7 jednak 30 163 reprezentowane jest jako 153 6407, i to jasne, że jest podzielne przez 7. Jest to przejrzyste i jednoznaczne. Mniej oczywista jest niezwykłość tego. Gdzie indziej (Kirsh 1992, 2009d) analizuję szerzej reprezentacje implicytne i eksplicytne. Każdy system sensoryczny posiada właściwy sobie język kodowania, który wyraża pewne cechy w sposób ewidentny, a inne pomija lub spycha na dalszy plan.

Wróćmy do tańca. Dzięki swojemu systemowi cielesno-sensorycznemu tancerz może natychmiast rozpoznać, jaki poziom kontroli konieczny jest do wykonania danego złożonego ruchu. Gdyby opierać się na informacji wzrokowej, nie byłoby to wcale jasne. W skrajnych przypadkach ruchy, które „na oko" wydają się wykonalne, z perspektywy systemu motorycznego są niemożliwe. Płynie z tego wniosek, że gdy choreograf rozważa, jak można by rozwinąć dany ruch, jego koncepcje wyprowadzane na gruncie patrzenia mogą się różnić od tych tworzonych w trybie fizycznego naśladowania i dopracowywania ruchów tancerzy. Choreograf, podchwytując i udoskonalając ruch wykonywany przez innych, przyswaja go sobie fizycznie, a tym samym pobudza zespół intuicji motorycznych, które są różne od tych generowanych przez system wizualny.

Szczególnie dobrym przykładem jest jedno z dzieł Wayne'a McGregora, a dokładniej proces jego przygotowywania. W przedstawieniu zatytułowanym „Ataxia" wykorzystał pewne elementy nawiązujące do ataksji, czyli zaburzeń koordynacji ruchowej. Fenomenologia kinestetyki ludzi z ataksją jest bardzo różna od fenomenologii kinestetyki osób normalnych. Tancerze i sam choreograf pracowali z taką grupą po to, by zrozumieć, na czym polega funkcjonowanie z ataksją. Nie ograniczono się wyłącznie do obserwacji. Kluczowa była nauka poruszania się w sposób charakterystyczny dla osób z ataksją; zajęło to sporo czasu. Jednak dzięki symulowaniu zaburzonych ruchów tancerze i choreograf uzyskali dostęp do zupełnie innej sfery bodźców i doznań estetycznych. Narrację tańca – czyli zasób ruchów, z których taniec konstruowany – oparto na doświadczeniu kinestetyki właściwej ataksji. Po raz kolejny samo patrzenie okazało się niewystarczające. W istocie jest całkiem możliwe, że

znaczna część tańca na potrzeby dzieła została „napisana" w języku odczuć motorycznych, nie zaś form postrzeganych wzrokowo. Poczucie ciała oferuje zupełnie inną podstawę dla doznań estetycznych.

Jedną z konsekwencji badań nad tańcem jest obserwacja, że ciała zaangażowane są w procesy poznawcze na więcej sposobów niż powszechne kodowanie czy rezonans motoryczny. W szczególności praktyka podpatrywania, odtwarzania i udoskonalania pokazuje, że praca na pograniczu modalności może zmienić nasze pojęcie na temat jakiejś rzeczy (na przykład frazy tanecznej), wykraczając daleko poza pierwotną modalność wzrokową. Pokazuje to, jak ciało może przyczynić się do rozszerzenia zakresu lub pogłębienia naszych myśli, jak nasze ciała mogą prowadzić nas ku nowym ideom, odległym od sensorycznie specyficznych sposobów, które umożliwiły nam pierwotne zetknięcie się z tymi ideami.

To przypomina o cesze powszechnie przypisywanej procesom myślowym, mianowicie takiej, że gdy ludzie wchodzą w interakcje z zewnętrznymi artefaktami – reprezentacjami, instrumentami, zabawkami – są w stanie nauczyć się nowych rzeczy lub lepiej je zrozumieć. Fizyczny akt szkicowania znajomego przedmiotu pomaga nam uświadomić sobie pewne jego aspekty, których dotychczas nie dostrzegaliśmy lub o których nie myśleliśmy. Zabawa fizycznym modelem czegoś, co wcześniej widzieliśmy tylko na filmie (może to być na przykład zabawka typu transformer), może uświadomić nam pewne jej głębsze cechy. To wciąż ten sam przedmiot, a my wciąż posiadamy podobne, podstawowe pojęcie o nim, jednak wiemy o nim więcej lub postrzegamy go w nowy sposób. Fizyczny kontakt z tą rzeczą sprawia, że nauczymy się więcej, niż gdybyśmy tylko przyglądali się innym osobom bawiącym się tym przedmiotem. Tworzenie i pracowanie z modelami jest dobrą metodą wspomagania poznania.

6. Ucieleśnione poznanie uzupełnione o koncepcję myślenia za pomocą rzeczy

We wcześniejszych częściach omówiłem to, jak narzędzia mogą stać się częścią ciała, jak można wykorzystywać ciało, by modelować i symulować, i jak wykonywanie za pomocą ciała rzeczy, z którymi mieliśmy styczność jedynie wzrokowo, pozwala dostrzec potencjał ukryty przed percepcją wzrokową i systemami neuronów lustrzanych. Kolejnym moim krokiem jest próba pokazania, w jaki sposób inne rzeczy – a nie tylko nasze ciała i narzędzia – mogą zostać wykorzystane i włączone w proces myślowy. Temu poświęcona jest niniejsza sekcja. Główny nacisk kładę na próbę rozwinięcia koncepcji myślenia za pomocą rzeczy poza jej standardową interpretację jako przerzucania ciężaru obliczeniowego na struktury zewnętrzne, której poświęcono bardzo

dużo uwagi w obrębie nurtów poznania usytuowanego (Clark 1997; Kirsh 2009a) i rozszerzonego (Clark 2008; Scaife i Rogers 1996).

Puntem wyjścia jest stwierdzenie, że myślenie pojmowane jako wyciąganie wniosków może być realizowane w systemie percepcyjno-motorycznym i częściowo poprzez manipulowanie zewnętrznymi elementami w sposób, który jest ściśle sprzęgnięty z procesami wewnętrznymi. Manipulacja zewnętrznymi elementami, nawet gdy sobie tego nie uświadamiamy, jest formą symulacji. Nasze interakcje z obiektem wprowadzają nasz system percepcyjno-motoryczny w stan oczekiwań i milcząco przypisujemy przewidywanym sytuacjom prawdopodobieństwa różnego rodzaju w oparciu o to, co sami moglibyśmy zrobić. Rozważmy najprostszy przypadek: ktoś miał przewrócić jakiś obiekt na bok; w wyniku jego działań odsłaniają się dotychczas niewidoczne części przedmiotu; zaczyna on wnioskować, co znajduje się na spodniej części lub jaki ma ona kształt, formułuje pewne oczekiwania dotyczące tej spodniej części, zanim faktycznie ją zobaczy. Tylko kilka teorii uznałoby tego typu formułowanie oczekiwań i stopniowe uzupełnianie wzorca za formę rozumowania. Jednak formalnie rzecz ujmując, ekstrapolacja jest odmianą wnioskowania indukcyjnego, a uzupełnianie wzorca uznać należy za ekstra- lub interpolację.

Załóżmy teraz, że nasz osobnik zamierza wykonać jakąś bardziej interesującą czynność zakładającą manipulację. Przykładowo może uderzyć przedmiotem o krawędź blatu lub oblać go wodą. Jeszcze przed chwilą działania te były mało prawdopodobne, a wywołana przez nie informacja zmysłowa wywrze znaczący wpływ na drzewo kontynuacji, czyli kratownicę reprezentującą możliwe sytuacje, które ów osobnik brał pod uwagę w swoich przewidywaniach przyszłych wydarzeń. Z uwagi na charakter niektórych działań oczekiwania te mogą mieć więcej do czynienia z przyczynową mechaniką przedmiotu niż z jego kształtem. Przykładem mechaniki przyczynowej jest efekt odkręcania zakrętki z butelki. Zgodnie z proponowanym przeze mnie ujęciem podmiot, przystępując do tej czynności, symuluje nie tylko odkręcenie zakrętki, lecz także cały proces odkręcania. W toku odkręcania jego system percepcyjno-motoryczny przewiduje przyszłe stany, spośród których wiele przedstawia świat, w którym zakrętka całkowicie spada z butelki. Moja hipoteza jest taka, że gdy ludzie myślą za pomocą rzeczy, liczą na to, że świat będzie symulował sam siebie, i w ten sposób ludzie stymulują siebie samych. Pośrednio kontrolują swoje własne stany poznawcze. Świat wykonuje za nich część procesu rozumowania, wprowadzając ich kolejne stany, istotne z perspektywy rozumowania. A zatem gdy rzeczy poddawane manipulacji ulegają zmianom, ludzie wprowadzają poprawki do swojego systemu kontynuacji (oraz środowisk enaktywnych). Tego typu rewizja przestrzeni potencjalnych kontynuacji równoznaczna jest zmianie ich enaktywnej percepcji tego, co się dzieje. Jednak z matematycznego punktu widzenia operacja ta jest formalnie tożsama z indukcją, a zatem może być uznana za przejaw uczenia się i rozumowania. Pod-

sumowując: jeżeli zadalibyśmy komuś odkręcającemu zakrętkę pytanie, czy jeżeli będzie on kontynuował tę czynność, to czy uda mu się usunąć zamknięcie – wówczas jego odpowiedź („Tak, uda się") wyda nam się efektem procesu myślowego. I rzeczywiście nim będzie, jednak nie stanowi to myślenia propozycjonalnego w tradycyjnym tego słowa znaczeniu.

Zgodnie z tradycyjnym ujęciem (Harman 1986), za każdym razem, gdy próbujemy otworzyć butelkę, eksperymentujemy, a pewna porcja informacji jest przyswajana w toku indukcji, dedukcji lub abdukcji. Formułujemy wewnętrzną hipotezę na temat tego, jaki jest świat i jaki będzie wpływ kręcenia na zakrętkę. Sprawdzamy ją, przeprowadzając doświadczenie na fizycznym przedmiocie. Nasze przekonania są rewidowane, formułowane są nowe opinie. Cały ten proces nie zakłada żadnych zmian w sposobie postrzegania, pojmowania czy w naszych umiejętnościach. Zgodnie z tradycyjnym ujęciem percepcja nie jest niczym innym niż pasem transmisyjnym stanów świata. Efektem takiego ujęcia jest to, że propozycjonalne reprezentacje świata uznane zostają za wystarczające, a rozumienie sprowadzone zostaje do starej, dobrze znanej idei operacji na reprezentacjach propozycjonalnych[75], którym blisko do koncepcji języka myśli (Fodor 1975).

Dla odmiany, gdy nasz myślący osobnik wnioskuje cokolwiek, często będzie zdawał relację ze swoich oczekiwań kodowanych przez jego system kontynuowania. Kratownica kontynuacji nie jest jednak reprezentacją propozycjonalną. Wewnętrzne symulacje mogą wywołać zmiany w obrębie tego systemu. Gdy nasz osobnik nie będzie w stanie skutecznie zasymulować wewnętrznie rozwoju sytuacji lub po prostu ma zbyt mało pewności co do możliwych kierunków tego rozwoju, może po prostu sięgnąć i zacząć odkręcać nakrętkę, czyli wykonać operację zewnętrznej symulacji. W przeciwieństwie do Harmana (1986) nie traktuję tego jako ekwiwalentu wykonywania eksperymentu. Osobnik robi to, by zrewidować zbiór możliwych kontynuacji. Nowa informacja przebudowuje współtworzone przez niego środowisko enaktywne.

Dochodzimy do tego, że myślenie ciałem jest zewnętrzną wersją idei poznania ucieleśnionego, zgodnie z którą znaczna część naszego poznania zależy od wewnętrznych symulacji rzeczy. W literaturze z zakresu poznania ucieleśnionego symulacja jest wewnętrzna. W tym oraz innych tekstach starałem się rozszerzyć zakres tej kategorii. Skoro symulacje wewnętrzne mieszczą się w kategorii myślenia, to dlaczego nie zaliczyć do niej również symulacji zewnętrznych (Kirsh 2010). Jeśli wydaje się to zbyt radykalne, powinniśmy przynajmniej uznać koordynację procesów wewnętrznych i zewnętrznych za myślenie. Jest to jedynie kwestia kosztów: tego, czy korzystniej jest symulować

[75] Odsyłam jednak do tekstu Johnson-Laird (1989) i zaprezentowanego tam bazującego na modelach podejścia do rozumowań propozycjonalnych opartych na elementach strukturalnych, które same w sobie nie muszą stanowić składowych zdań.

wewnątrz, za pomocą obrazów i koncepcji, czy na zewnątrz za pomocą obiektów fizycznych, lecz w sposób kontrolowany.

Wierzę, że rozwój perspektywy, zgodnie z którą dosłownie myślimy za pomocą rzeczy, wywrze ogromny wpływ na sposób, w jaki projektanci rozumieją interaktywne przedmioty i systemy.

7. **Podsumowanie**

Nurt HCI jest na rozdrożu. Wkraczamy w nową rzeczywistość fizycznych, naturalnych, namacalnych interfejsów. Możemy wchodzić w interakcje z obiektami cyfrowymi, gestykulując lub wykonując ruchy ciałem, manipulując przedmiotami codziennego użytku, a nawet modulując aktywność własnego mózgu, by sterować jakimś urządzeniem. By zrozumieć naczelne zasady rządzące tą nową rzeczywistością, musimy zapoznać się z ustaleniami aktualnie prowadzonych badań nad poznaniem ucieleśnionym, rozproszonym i usytuowanym oraz wejść w bliższe relacje z tymi nurtami.

W niniejszym tekście zgłębiono koncepcję absorbcji narzędzia oraz procesu dopasowania reprezentacji wewnętrznych przestrzeni personalnej i peripersonalnej do przedmiotów, którymi manipulujemy za pomocą naszych rąk lub które nosimy na swoim ciele. Wciąż pozostają otwarte pytania o to, jak dalece możemy rozwinąć repertuar naszych działań w ramach systemów teleobecności oraz zdalnego sterowania oraz jak dalece możemy rozwinąć nasze funkcje poznawcze poza ich normalną semantykę. Czy możliwe jest sterowanie wysięgnikami wyposażonymi w tuziny palców pracujących niezależnie w sposób całkowicie naturalny, czyli poprzez włączenie ich w nasz system cielesny? Jaka jest funkcja mapowania między naszym własnym repertuarem działań a repertuarami tworzonymi dzięki „narzędziom”? Wprowadziłem kategorię środowiska enaktywnego, by zdefiniować – podobnie jak czynił to Gibson – współtworzone środowisko działania w kategoriach tego, co jesteśmy w stanie zrobić. Jednak w odróżnieniu od Gibsona uwzględniłem czynności wspomagane przez narzędzia jako część dostępnego nam repertuaru działań będących jednocześnie sposobami przekształcania naszego środowiska enaktywnego. Dla agenta świat jest konstelacją krzyżujących się, nachodzących na siebie środowisk enaktywnych, powstałych za sprawą wykorzystywanych narzędzi oraz otaczających nas zasobów. Gdy chwytamy lub odkładamy narzędzie, zmienia się zakres naszych możliwości działania, która prowadzi do zmiany środowisk enaktywnych, w których aktualnie przebywamy. Z uwagi na to, że narzędzia zmieniają nasz repertuar działań, kształtują również nasze postrzeganie oraz pojęcie o rzeczach, które można wykorzystać i na nie oddziaływać. Idea ta, o ile będzie dalej rozwijana, może okazać się przydatna w zrozumieniu, jak interakcja z [technologiami] cyfrowymi zmieni nasze poczucie tego, co jesteśmy w stanie robić.

Sądzę, że uprawnione jest stwierdzenie, że przedstawiciele nurtu HCI już jakiś czas temu przyjęli w taki czy inny sposób, że narzędzia modyfikują naszą percepcję, koncepcje, a nawet nasze ciała, choć uczynili to bez odpowiedniego wsparcia empirycznego i teoretycznego. Dopiero teraz zaczynają pojawiać się badania popierające tę koncepcję. Obecnie potrzebujemy również teoretycznego i empirycznego uzasadnienia dla nowszej wizji naszych ciał oraz tego, do czego są zdolne. Przytaczane tu badania nad tańcem dowodzą, że ludzkie ciało może być wykorzystywane do realizacji przeróżnych czynności poznawczych. W szczególności ludzie wykorzystują swoje ciała nie tylko po to, by oddziaływać na świat, urzeczywistniać lub współtworzyć swoje środowiska działania, ale także po to, by reprezentować, modelować i wreszcie wspomagać procesy uczenia się. Wykorzystują ciała jak systemy symulujące lub modelujące, które umożliwiają tworzenie projekcji odnoszących nas do rzeczy niewidocznych i trudnodostępnych w innym trybie. Tymi niewidocznymi rzeczami mogą być frazy taneczne, których podejmujemy się nauczyć, lub wybrane ich aspekty, na których musimy się skupić by opanować daną frazę w stopniu mistrzowskim. Tancerze wykorzystują swoje ciała również jako analogowe urządzenia obliczeniowe, gdyż mogą polegać na mechanicznych właściwościach swoich ciał, by fizycznie wykonać trajektorie, które w innym wypadku musiałyby zostać zaplanowane i wyliczone.

Ponadto dowiedzieliśmy się, że tancerze robią dobry użytek z różnych swoich zmysłów. Na przykład percepcja kinestetyczna ujawnia inne właściwości niż zmysł wzroku, przy czym ze względu na sposób ich kodowania właściwości te ułatwiają to rozpoznanie poprawności pewnych wnioskowań, co byłoby niemal niemożliwe, gdyby posługiwać się wyłącznie wzrokiem bez poruszania ciałem. Obserwowany przez nas choreograf, wykorzystując swój zmysł kinestetyczny, był w stanie „zobaczyć" właściwości estetyczne i narracyjne tańca, niedostępne w ramach modalności wzrokowej. Wykorzystuje wzrok, by obserwować, jak jego tancerze pracują nad frazami, jednak same frazy analizuje z wykorzystaniem własnego ciała, by móc je stosować i wydobyć ich potencjał choreograficzny.

Skoro wiemy już, że narzędzia i ciała mogą wspomagać nasze myśli, naturalny wydaje się ostateczny krok, czyli potraktowanie również innych przedmiotów materialnych jako rzeczy, za pomocą których możemy myśleć. Prezentowana tu hipoteza utrzymuje, że znaczna część procesów myślowych człowieka przebiega w obrębie systemu percepcyjno-motorycznego lub w jego przedłużeniach. Wchodzimy w interakcje ze światem i tym samym fizycznie symulujemy pewne przewidywane sytuacje, lub też symulujemy pewne procesy, które kształtują nasze wewnętrzne przewidywania dotyczące kierunków rozwoju sytuacji. Rewizja oczekiwań percepcyjno-motorycznych nie dokonuje się ani w sposób propozycjonalny, ani świadomy. Jest to forma poznania implicytnego i głęboko osadzonego w naszym systemie percepcyjnym. Jednak prowadzi ono do zmian sposobu, w jaki mentalnie symulujemy przyszłość. A zatem

gdyby kogoś zapytać, czy siedzenie na krześle prowadzi do rozkładu nacisku na nogi krzesła, osoba ta mogłaby przeprowadzić w umyśle symulację siadania na krześle lub sięgania w dół, pod nogi krzesła, oraz sprawdzania jego wagi. Alternatywnie osoba ta, rozpoczynając swoje rozumowanie, mogłaby fizycznie usiąść na krześle i wykorzystać wywołane tym aktem zmiany w swoim systemie kontynuowania, by uczynić symulacje mentalne intuicyjnymi.

Kiedy już zrozumiemy złożoną relację między symulacjami zewnętrznymi i wewnętrznymi, między wewnętrznym realizowaniem czynności a wykonywaniem ich na zewnątrz, będziemy w stanie osiągnąć zupełnie nowy poziom w dziedzinie projektowania i stworzyć lepszy pod względem poznawczym świat koordynacji fizyczno-cyfrowej.

Podziękowania

Badania empiryczne, których wyniki przytaczam w artykule, realizowane były na przestrzeni trzech lat przez studentów uczęszczających na pięć z moich kursów oraz studentów pracujących w moim laboratorium. Chciałbym w szczególności podziękować Shannon Cuykendale, Richardowi Caballero, Ethanowi Souter-Rao, Davidowi Mazurowi oraz dr Dafne Muntanyola. Jestem wyjątkowo wdzięczny za możliwość zrealizowania badań etnograficznych poświęconych pracom choreograficznym Wayne'a McGreogora | Random Dance, w tym za możliwość rejestrowania prób za pomocą kamer wideo, przeprowadzania wywiadów oraz możliwość poznania świata profesjonalnego tańca.

Literatura

Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M. i Urgesi, C. 2008. Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neurosci. 11*, 9: 1109–1116.

Agnew, Z. K., Bhakoo, K. K i Puri, B. K. 2007. The human mirror system: A theory of mind reading. *Brain Res. Rev. 54*, 2: 286–293.

Barsalou, L. 1983. Ad hoc categories. *Memory Cogn. 11*: 211–227.

Barsalou,, L. W. 1999. Perceptual symbol systems. *Behav. Brain Sci. 22*: 577–660.

Barsalou,, L. W. 2008. Grounded cognition. *Annu. Rev. Psychol. 59*: 617–645.

Bisiach, E., Perani, D.,Vallar, G. i Beerti, A. 1986. Unilateral neglect: Personal and extrapersonal. *Neuropsychologia 24*: 759–767.

Blakeslee, S. 2004. When the brain says, "don't get too close". *The New York Times*, July 13.

Brain, W. R. 1941. Visual disorientation with special reference to lesions of the right hemisphere. *Brain 64*: 224–272.

Buccino, G., Binkofski, F. i Riggio, L. 2004. The mirror neuron system and action recognition. *Brain Lang. 89*: 370–376.

Buxton, B. 2007. *Sketching User Experience. Sketching User Experiences: Getting The Design Right And The Right Design (Interactive Technologies).* Morgan Kaufmann.

Carlson, R. A., Avraamides, M. N., Cary, M. i Strasberg, S. 2007. What do the hands externalize in simple arithmetic? *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn. 33*, 4: 747–756.

Clark, A. 1997. *Being There Putting Brain, Body i World Together Again*. MIT Press, Cambridge, MA.

Clark, A. 2008. *Supersizing the Mind: Embodiment, Action i Cognitive Extension.* Oxford University Press.

Colby, C. L. 1998. Action oriented spatial reference frames in cortex. *Neuron 20*, 15–24.

Coslett, H. B. 1998. Evidence for a disturbance of the body schema in neglect. *Brain Cogn. 37*: 529–544.

Cross, E., Kraemer, D. J. M., Hamilton, A. F. De C., Kelley, W. M. i Grafton, S. T. 2009. Sensitivity of the action observation network to physical and observational learning. *Cereb. Cortex 19*: 315–326.

Eck, D., Gasser, M. i Port, R. 2000. Dynamics and embodiment in beat induction. In *Rhythm Perception and Production,* P. Desain and L. Windsor, Eds., Swets and Zeitlinger, Exton, PA.

Endsley, M. 1995. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc. 37*, 1: 32–64.

Fodor, J. A. 1975. *The Language of Thought*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

Frank, M. i Barner, D. 2012. Representing exact number visually using mental abacus. *J. Exp. Psychol. General. 141*, 1: 134–149.

Gibson, J. J. 1966. *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Houghton Mifflin, Boston.

Gibson, J. J. i Crooks, L. E. 1938. A theoretical field-analysis of automobile-driving. *Amer. J. Psychol. 51*: 453–471.

Goldin-Meadow, S. 2005. *Hearing Gestures: How Our Hands Help Us to Think*. Harvard University Press.

Goldin-Meadow, S. and Beilock, S. L. 2010. Action's influence on thought: The case of gesture. *Persepct. Psychol. Sci. 5*: 664–674.

Goodwin, C. 1994. Professional vision. *Amer. Anthropol. 96*, 3: 606–633.

Graziano, M. S. A. i Gross, C. G. 1995. The representation of extrapersonal space: A possible role for bimodal, visuo–tactile neurons. In *The Cognitive Neurosciences*, M. S. Gazzaniga, Ed., MIT Press: 1021– 1034.

Harman, G. 1986. *Change in View: Principles of Reasoning.* MIT Press.

Hatano, G., Miyake, Y. i BinkS, M. G. 1977. Performance of expert abacus operators. *Cogn. 5*: 47–55.

Hinz, B. 2008. Practice exaggeration for large intervals and leaps. http://www.creativekeyboard.com/ oct08/hinz.html

Iriki, A. 2009. Using tools: The moment when mind, language i humanity emerged. *Frontlines Riken Res. 4*, 5.

Iriki, A., Tanaka, M. i Iwamura, Y. 1996. Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones. *Neurorep. 7*: 2325–2330.

Jeannerod, M. 1994. The representing brain: Neural correlates of motor intension and imagery. *Behav. Brain Sci. 17*: 187–245.

Jeannerod, M. 2001. Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage 14*: S103–S109.

Johnson-Laird, P. 1989. Mental models. In *The Foundations of Cognitive Science*, M. Posner, Ed., MIT Press, Cambridge, MA, Chapter 8.

Jones, K. 2003. What is an affordance? *Ecol. Psychol. 15*, 2: 107–114.

Kaschak, M. P., Zwaan, R. A., Aveyard, M. i Yaxley, R. H. 2006. Perception of auditory motion affects language processing. *Cogn. Sci. 30*: 733–744.

Kirsh, D. 1992. When is information explicitly represented? In *The Vancouver Studies in Cognitive Science*. Oxford University Press: 340–365.

Kirsh, D. 1995. Complementary strategies: Why we use our hands when we think. In *Proceedings of the 17th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, J. D. Moore and J. F. Lehman, Eds.: 212–217.

Kirsh, D. 2005. Multi-Tasking and cost structure: Implications for design. In *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ.

Kirsh, D. 2009a. Problem solving and situated cognition. In *The Cambridge Handbook of Situated Cognition*, P. Robbins and M. Aydede, Eds., Cambridge University Press.

Kirsh, D. 2009b. Projection, problem space and anchoring. In *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society*, N. A. Taatgen and H. van Rijn, Eds., Cognitive Science Society, 2310–2315. KIRSH, D. 2009c. Interaction, external representations and sense making. In *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Cognitive Science Society*, N. A. Taatgen and H. van Rijn, Eds., Cognitive Science Society: 1103–1108.

Kirsh, D. 2009d. Knowledge, implicit versus explicit. In *Oxford Companion to Consciousness*. Oxford University Press, Cambridge, UK.

Kirsh, D. 2010. Explaining artifact evolution. *The Cognitive Life of Things: Recasting the Boundaries of the Mind*, L. Malafouris i C. Renfrew, Eds., McDonald Institute for Archaeological Research.

Kirsh, D. 2012a. How marking in dance constitutes thinking with the body. *The External Mind: Perspectives on Mediation, Distribution and Situation in Cognition and Semiosis*, R. Fusaroli, T. Granelli i C. Paolucci, Eds.: 112–113.

Kirsh, D. 2012b. Running it through the body. In *Proceedings of the 34th Annual Cognitive Science Society*. Lawrence Erlbaum.

Kirsh, D. 2012c. Strategie komplementarne: Dlaczego używamy rąk, kiedy myślimy. Przeł. Ł. Afeltowicz *AVANT*, wol. III, nr T/2012: 161-174.

Kirsh, D., Caballero R. i Cuykendall, S. 2012. When doing the wrong thing is right. In *Proceedings of the 34th Annual Cognitive Science Society*. Lawrence Erlbaum.

Kirsh, D. i Maglio, P. 1995. On distinguishing epistemic from pragmatic actions. *Cogn. Sci. 18*: 513–549.

Kirsh, D. Muntanyola, D., Jao, J., Lew, A. i Sugihara, M. 2009. Choreographic methods for creating novel, high quality dance. In *Proceedings of the 5th Internation al Workshop on Design and Semantics and Form (DESFORM).* Kluwer.

Kossyln, H. i Moulton, S. T. 2009. Mental imagery and implicit memory. In *Handbook of Imagination and Mental Imagery*, K. D. Markman, W. M. P. Klein i J. A. Suhr, Eds., Psychology Press, New York.

Knoblich, G. i Flach, R. 2001. Predicting the effects of actions: Interactions of perception and action. *Psychol. Sci. 12*, 467–472.

Là Davas, E. 2002. Functional and dynamic properties of visual peripersonal space. *Trends Cogn. Sci. 6*, 1.

Ladavas, E., Di Pellegrino, G., Farne, A. i Zeloni, G. 1998. Neuropsychological evidence of an integrated visuotactile representation of peripersonal space in humans. *J. Cogn. Neurosci. 10*: 581–589.

Makin, T. R., Holmes N. P. i Zohary, E. 2007. Is that near my hand? Multisensory representation of peripersonal space in human intraparietal sulcus. *J. Neurosci. 27*: 731–740.

Malafouris, L. 2008. At the potter's wheel: An argument for material agency. In *Material Agency*, C. Knappett i L. Malafouris, Eds., Springer: 19–36.

Maravita, A. i Iriki, A. 2004. Tools for the body (schema). *Trends Cogn. Sci. 8*, 2: 79–86.

Maravita, A., Spence, C., Kennett, S. i Driver, J. 2002. Tool-Use changes multimodal spatial interactions between vision and touch in normal humans. *Cogn. 83*: B25–B34.

McLuhan, M. 1964. *Understanding Media: The Extensions of Man* 1st Ed. McGraw Hill, New York. Polska wersja językowa: 2004. *Zrozumieć media. Przedłużenia człowieka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.

Myin, E. i O'Regan, J. K. 2008. Situated perception and sensation in vision and other modalities: Form an active to a sensorimotor account. In *Cambridge Handbook of Situated Cognition*, P. Robbins and A. Aydede, Eds., Cambridge University Press: 185–200.

Noë, A. 2005. *Action in Perception*. MIT Press.

O'Connor, E. 2006. Glassblowing tools: Extending the body towards practical knowledge and informing a social world. *Qual. Sociol. 29*, 2: 177–193.

O'Regan, J. K. i Noe, A. 2001. A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behav. Brain Sci. 24*: 939–1031.

Potter, L. 1980. *The Art of Cello Playing: A Complete Textbook Method for Private or Class Instruction.* Alfred Music Publishing.

Previc, F. H. 1998. The neuropsychology of 3-D space. *Psychol. Bull. 124*: 123–163.

Prinz, W. 1997. Perception and action planning. *Euro. J. Cogn. Psychol. 9*: 129–154.

Proffitt, D. 2006. Embodied perception and the economy of action. *Perspect. Psychol. Sci. 1*: 110.

Rensink, R. A. 2002. Change detection. *Annu. Rev. Psychol. 53*: 245–277.

Rizzolatti, G. i Craighero, L. 2004. The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci. 27*: 169–192.

Rizzolatti, G. i Sinigaglia, C. 2007. *Mirrors in the Brain: How Our Minds Share Actions and Emotions.*

Oxford University Press.

Scaife, M. i Rogers, Y. 1996. External cognition: How do graphical representations work? *Int. J. Hum.Comput. Stud. 45*: 185–213.

Sebanz, N. and Shiffrar, M. 2007. Bodily bonds: Effects of social context on ideomotor movements. In *Sensorimotor Foundations of Higher Cognition*, P. Haggard, Y. Rosetti i M. Kawato, Eds., Oxford University Press.

Shin, Y. K., Proctor, R. W. i Capaldi, E. J. 2010. A review of contemporary ideomotor theory. *Psychol. Bull. 136*, 6: 943–974.

Simons, D. J. i Chabris, C. F. 1999. Gorillas in our midst: Sustained inattentional blindness for dynamic events. *Percept. 28*, 9: 1059–1074.

Vaishnavi, S., Calhoun, J. i Chatterjee, A. 1999. Crossmodal and sensorimotor integration in tactile awareness. *Neurol. 53*: 1596–1598.

Varela, F., Thompson, E. i Rosch, E. 1991. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press.

Viviani, P. 2002. Motor competence in the perception of dynamic events: A tutorial. In *Common Mechanisms in Perception and Action*, W. Prinz and B. Hommel, Eds., Oxford University Press: 406–442.

Wexler, M., Kosslyn, S. i Berthoz, A. 1998. Motor processes in mental rotation. *Cogn. 68*: 77–94.

Williams, A. i Gribble, P. L. 2012. Observed effector-independent motor learning by observing. *J. Neurophysiol. 107*: 1564–1570.

Wilson, M. i Knoblich, G. 2005. The case for motor involvement in perceiving conspecifics. *Psychol. Bull.* 131: 460–473.

Winter, B. i Bergen, B. 2012. Language comprehenders represent object distance both visually and auditorily. *Lang. Cogn. 4*, 1: 1–16.