

# Strategie komplementarne: Dlaczego używamy rąk, kiedy myślimy

**David Kirsh**

*Department of Cognitive Science  
University of California, USA*

przekład: Łukasz Afeltowicz

(tekst oryginalny pt. „Complementary Strategies: Why we use our hands when we think” ukazał się w: Johanna D. Moore, Jill Fain Lehman, red. 1995. *Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum: 212-217<sup>1</sup>)

## **Abstract:**

A complementary strategy can be defined as any organizing activity which recruits external elements to reduce cognitive loads. Typical organizing activities include pointing, arranging the position and orientation of nearby objects, writing things down, manipulating counters, rulers or other artifacts that can encode the state of a process or simplify perception. To illustrate the idea of a complementary strategy, a simple experiment was performed in which subjects were asked to determine the dollar value of collections of coins. In the no-hands condition, subjects were not allowed to touch the coin images or to move their hands in any way. In the hands condition, they were allowed to use their hands and fingers however they liked. Significant improvements in time and number of errors were observed when S's used their hands over when they did not. To explain these facts, a brief account of some commonly observed complementary strategies is presented, and an account of their potential benefits to perception, memory and attention.

**Keywords:** *complementary strategy, memory, attention, perception, cognition*

---

<sup>1</sup> Przekład publikowany za uprzejmą zgodą Autora tekstu. / The translation is published with a kind permission of the Author.

### **Abstrakt:**

Strategię komplementarną można zdefiniować jako działanie organizujące, które wykorzystuje elementy zewnętrzne, by obniżyć poziom wewnętrznego obciążenia poznawczego. Do typowych działań mających na celu organizowanie należy wskazywanie, rozmieszczanie przestrzenne i ustawianie w określonych pozycjach znajdujących się w pobliżu przedmiotów, spisywanie rzeczy, manipulowanie różnego rodzaju czasomierzami, licznikami, miarami oraz innymi artefaktami, które kodują stany realizowanych procesów lub upraszczają samą percepcję. Aby zilustrować ideę strategii komplementarnych, przeprowadzono prosty eksperyment, podczas którego proszono badanych, by ustalili, ile dolarów warte są prezentowane im zbioru monet. W jednej sytuacji eksperymentalnej badani nie mogli dotykać obrazów monet ani w jakikolwiek inny sposób poruszać rękami. W drugiej sytuacji eksperymentalnej mogli posługiwać się dłońmi i palcami w dowolny sposób. Stwierdzono znaczącą poprawę wyników pod względem zarówno czasu, jak i liczby błędów w sytuacji, gdy badani mogli korzystać z rąk, w porównaniu z sytuacją, gdy było to zabronione. Aby wyjaśnić ten fakt, krótko omówiono powszechnie obserwowane strategie komplementarne oraz płynące z nich potencjalne korzyści dla percepcji, pamięci i uwagi.

**Słowa kluczowe:** *strategia komplementarna, pamięć, uwaga, percepcja, poznanie.*

### **Wstęp**

Strategię komplementarną można zdefiniować jako działanie organizujące, które wykorzystuje elementy zewnętrzne, by obniżyć poziom wewnętrznego obciążenia poznawczego. Elementem zewnętrznym mogą być nasze palce lub dłonie, kartka papieru i ołówki, ikony, które możemy przesuwac na ekranie, urządzenia pomiarowe, ewentualnie inne wyodrębnione obiekty znajdujące się w naszym bezpośrednim otoczeniu. Do typowych działań mających na celu organizowanie należy wskazywanie, przestrzenne rozmieszczanie i ustawianie w określonych pozycjach znajdujących się w pobliżu przedmiotów (Kirsh 1995), spisywanie rzeczy, manipulowanie różnego rodzaju czasomierzami, licznikami, miarami oraz innymi artefaktami, które kodują stany realizowanych procesów lub upraszczają samą percepcję.

Najprostszym przykładem strategii komplementarnej jest wykorzystanie kartki papieru i ołówka w celu ułatwienia czynności sumowania listy liczb dwu- i trzycyfrowych. W przypadku większości z nas zapisywanie pośrednich wyników i przenoszenie reszt okazuje się metodą łatwiejszą, szybszą i mniej zawodną niż obliczanie wszystkiego „w głowie”.

Zazwyczaj podczas sumowania dłuższych ciągów liczb wykorzystujemy własne palce lub trzymany w nich ołówek jako wskaźniki ułatwiające nam orientowanie się, w którym miejscu aktualnie znajdujemy się i co dodajemy. Każde z wymienionych działań niesie pewne korzyści poznawcze. Spisując liczby, odciążamy własną pamięć roboczą, która w innym przypadku musiałaby przechowywać wyniki częściowe. Wskazując konkretne liczby, pomagamy sobie w ukierunkowaniu własnej uwagi oraz odciążamy pamięć roboczą, która nie musi w takim układzie przechowywać wiedzy o położeniu. Notując przeniesione reszty, organizujemy otoczenie w celu łatwiejszego zweryfikowania naszych kalkulacji, jeśli chcielibyśmy ponownie przeliczyć pewną ich część. Posługując się moją terminologią, można powiedzieć, że działania takie stanowią dopełnienie wewnętrznych procesów zachodzących podczas czynności dodawania. Są to zewnętrzne elementy interaktywnego procesu obliczeniowego (Hutchins 1995).

Nie jest żadnym odkryciem, że ludzie jako inteligentne stworzenia dysponują technikami, dzięki którym zmieniają właściwości środowiska w taki sposób, by usprawnić przebieg własnych czynności poznawczych. Antropolodzy kognitywni oraz teoretycy usytuowanego działania od dawna analizują sposoby przekształcania przez człowieka własnego środowiska, które służą wspomaganiam procesów poznawczych (Lave 88). Jednakże dyskutowane przez nich zmiany mają zazwyczaj charakter kulturowy. Stanowią efekt innowacji technologicznych lub tego, że poznajemy nowe fakty, metody i pojęcia. Zmiany tego typu, aby się wykształciły, wymagają dni, tygodni lub lat. Ich realizacja wymaga od ludzi dzielenia się zasobami oraz bardzo często wzajemnej współpracy. Wreszcie: tego typu zmiany rzadko badane są za pomocą metod eksperymentalnych (Kirsh i Maglio 1994).

Sposoby dostosowywania środowiska, na których się tu skupiam, rozgrywają się chwila po chwili, w trakcie gdy zarządzamy naszą przestrzenią roboczą. Tego typu dostosowanie otoczenia następuje szybko, a jego efekty trwają krótko, czasami ułamki sekund. Ponadto zazwyczaj szybko przyswajamy sobie tego typu strategie, tak jak wówczas, gdy – dla przykładu – odkrywamy w trakcie realizacji czynności zaletę wskazywania, przykładania linijki etc. Często dokonujemy tych odkryć samodzielnie, a wpływ zmian na efektywność naszych działań daje się badać w sposób zarówno analityczny, jak i eksperymentalny.

W niniejszym tekście omawiam przykład powszechnie stosowanej strategii komplementarnej: wykorzystania dłoni w celu wsparcia myślenia, zapamiętywania i postrzegania. Najpierw omawiam główną ideę, po czym przechodzę do omówienia rezultatów pilotażowego eksperymentu, które pomogą zgłębić kilka funkcji czynności wskazywania oraz innych ruchów rąk. Kończę wskazując na kilka ogólnych zasad, na których zasadzają się strategie komplementarne.

## Strategie komplementarne

Wyobraźmy sobie, że pokazano nam odwróconą do góry nogami fotografię i poproszono, abyśmy zidentyfikowali przedstawioną na niej osobę. W naturalny sposób zechcemy sięgnąć i odwrócić zdjęcie w swoją stronę. W ten sposób łatwiej przyjdzie nam rozpoznanie twarzy. Najwyraźniej, by ułatwić percepcję, wykonujemy działanie, które dostosowuje świat do naszych możliwości poznawczych. Właśnie idea, która głosi, że wielokrotnie najlepszym sposobem rozwiązania problemu poznawczego jest dostosowanie środowiskazamiast samego siebie, stanowi istotę strategii komplementarnych.

Przypuszczam, że uczymy się tysięcy tego typu strategii dostosowawczych. Przykładowo: agent, któremu poleci się zapamiętanie ciągu liter, takiego jak: QIUY-OKJHUYTOGU, początkowo zabraniając mu ich dotykać, a później pozwalając je przestawiać, najprawdopodobniej odkryje metodę przesuwania liter, która będzie podwyższała skuteczność wykonania zadania. Jedną z takich technik polega na tym, by pozostawiać litery w takie grupy jak QIU YOK JHU Y TO GU. Inna, bardziej radykalna technika polega na tym, by ustawić litery w porządku alfabetycznym, na przykład w taki sposób: GHIJK OO Q T UUU YY. W przypadku tego typu zabiegów zawsze mamy do czynienia z pewnym kompromisem [*trade-off*]: ograniczamy czas i wysiłek związany z wykorzystaniem naszych wewnętrznych, mentalnych procedur i strategii, które służą rozwiązaniu zadania, za cenę czasu i wysiłku włożonego w wykonanie pewnych działań komplementarnych (Kirsh 1995).

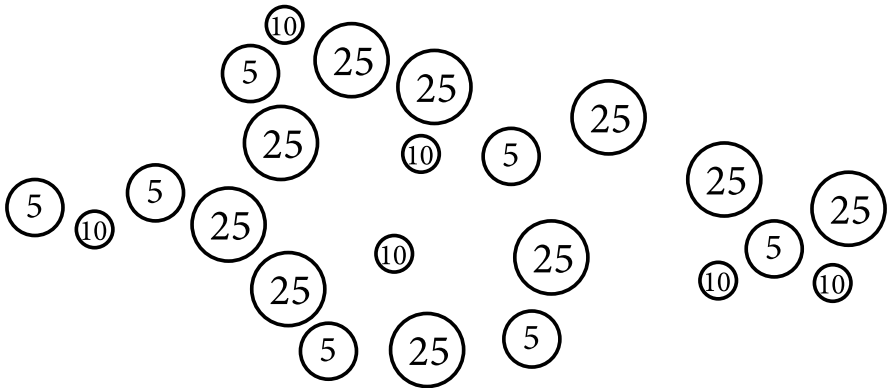
Warto zauważyć, że na decyzję o zastosowaniu strategii komplementarnej ma wpływ więcej czynników niż tylko szybkość. Dodatkową względem (potencjalnie) szybszego wykonania zadania zaletą strategii komplementarnych jest to, że agenci, zmieniając w odpowiednim czasie i w odpowiedni sposób bezpośrednie otoczenie, są w stanie obniżyć wartość współczynnika prawdopodobieństwa błędu, radzić sobie z większymi, bardziej złożonymi problemami, a także – lepiej radzić sobie z czynnikami zakłócającymi. Wszystko to stanowi standardowe miary skuteczności działania oraz wskaźniki wymogów poznawczych, jakie narzuca realizacja zadania. A zatem strategii komplementarne pozwalają agentom kompensować ograniczone zasoby pamięci roboczej i mocy obliczeniowych, a także ograniczenia poznawcze związane z umiejętnością kategoryzacji etc. (Backman i in. 1992).

Cele badań nad strategiami komplementarnymi to: (1) ukazanie, jak bardzo są one powszechne – w szczególności te spośród nich, które spontanicznie ujawniają badani, (2) opisanie zasadniczych kompromisów [*trade-offs*], takich jak: tempo/precyzja, tempo/złożoność problemu, tempo/niezawodność, a także (3) wyjaśnienie ich w kategoriach leżących u podstaw przetwarzania, przy opisanu, w jaki sposób wykorzystywane są zasoby mentalne. Jeżeli zastosowanie strategii komplementarnych jest zjawiskiem powszechnym, wówczas powinna istnieć generalna zasada określająca kształt krzywych dla poszczególnych kompromisów zapewniających optymalne strategie komplementarne.

## **Prosty eksperyment z liczeniem monet**

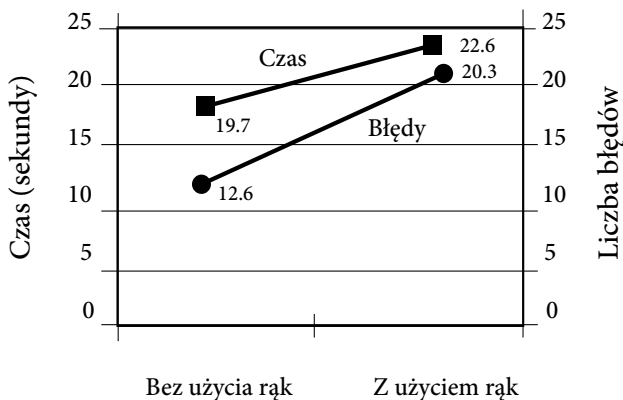
Aby zaobserwować, w jaki sposób strategie komplementarne usprawniają działanie, przeprowadzono prosty eksperyment. Trzem mężczyznom i dwóm kobietom (wiek: 23-28, średnia wieku: 26) pokazano zestaw 30 obrazów przedstawiających ułożone na różne sposoby pięcio- i dziesięciocentówki oraz ćwierćdolarówki. Zadanie polegało na określeniu, ile dolarów i centów były warte przedstawione na poszczególnych obrazach monety (zob. Ilustracja 1).

W jednej sytuacji eksperymentalnej proszono badanych, by nie wskazywali na obrazy z monetami ani nie ruszali rękoma. W drugiej – pozwalano im wykorzystywać dłonie lub same palce do wskazywania bądź liczenia. Poinstruowano ich, by sumowali możliwie szybko, ale także aby podjęli wszelkie możliwe działania, by udzielić prawidłowej odpowiedzi. Wyniki eksperymentu – czyli czas potrzebny do udzielenia odpowiedzi oraz średnią liczbę błędów – przestawiono na Ilustracji 2. Udzielenie odpowiedzi zajmowało badanym średnio 22,5 sekund w pierwszej sytuacji oraz 18,7 sekund w drugiej sytuacji. W przypadku pierwszej sytuacji badani pomylili się w 68% przypadków: udzielali błędnej odpowiedzi średnio w przypadku 20,3 ilustracji na 30 zaprezentowanych ( $p < .4$ ). Natomiast w warunkach, gdy pozwolono im korzystać z dłoni, odsetek błędnych odpowiedzi wynosił 42%, czyli średnio udzielano 12,6 błędnych odpowiedzi na 30 zaprezentowanych ilustracji ( $p < .4$ ).



**Ilustracja 1.** Aby uchwycić sens problemu, policzmy monety przedstawione na tej ilustracji: najpierw zupełnie bez użycia rąk, a następnie z użyciem palców i rąk. Trudność w utrzymaniu toku liczenia monet może wskazywać na użyteczność strategii komplementarnych. Liczący rzeczywiste monety mogą używać skuteczniejszych strategii komplementarnych, takich jak grupowanie monet według jednostek, czy też odsuwanie na bok policzonych. Są to znane strategie komplementarne, z których korzystamy w sposób naturalny. Jednak w omawianym eksperymencie nie wykorzystywano rzeczywistych monet ani nie pozwolono na fizyczne przemieszczenia. Rezultaty eksperymentu przedstawiono na Ilustracji 2.

### Ręce zwiększają wydajność



**Ilustracja 2.**

Należy zwrócić uwagę na trzy istotne kwestie związane z zaprezentowanym tu prostym eksperymentem. Po pierwsze, każdemu z badanych w obu sytuacjach prezentowano zestaw ilustracji losowo wybranych z większej puli. Każda ilustracja prezentowała losowy zestaw trzech typów monet, których liczba mieściła się między 21 a 31 (średnia wynosiła 26 monet na obrazku). Każdemu badanemu w obu sytuacjach prezentowano porównywalne zestawy: każdy z uczestników miał do zsumowania po trzy zestawy zawierające 21, 22... i 31 monet w ramach pierwszej sytuacji oraz analogiczny zestaw w ramach drugiej. Wszystkim badanym zaprezentowano te same 60 bodźców, co pozwoliło wyliczyć dla poszczególnych osób statystycznie znaczące różnice w średniej ilości błędów ( $p < .04$ ) oraz średniej szybkości udzielania odpowiedzi ( $p < .04$ ).

Po drugie, uzyskane dane świadczą o tym, że badani rozwijali strategie w sposób mikrogenetyczny. Podczas mniej więcej pierwszych 20% ekspozycji badani zachowywali się tak, jakby eksperymentowali z różnymi technikami (potwierdzili to podczas rozmów po eksperymencie). Następnie uczestnicy doświadczenia wybierali dominującą strategię i stosowali ją podczas pozostałych ekspozycji w ramach danej sytuacji eksperymentalnej. Co więcej, gdy badany odkrywał dogodną strategię, wykorzystywał ją nawet wtedy, gdy sytuacja eksperymentalna zmieniła się. Gdy początkowo zabraniano badanym używać rąk, a później im na to pozwalano, [aktualna] strategia komplementarna przystosowywana była do tego, by wspomagać dominującą strategię ustaloną w sytuacji, gdy badanemu nie wolno było posługiwać się rękoma. Stąd też samo określenie „strategia komplementarna”: wykonywanie takich działań zewnętrznych, które uzupełniają działania wewnętrzne. Podczas rozmów badani potwierdzali ów wzorzec, polegający na tym, że ustalano [jedną] strategię, która mogła być wykorzystana w obu sytuacjach. Dotyczyło to także osób, które najpierw przechodziły testy, w których mogły korzystać z dłoni. Badani ci wspominali, że gdy zabroniono im korzystać z rąk, usiłowali liczyć bez pomocy dłoni w sposób, który przypominał liczenie na palcach.

Po trzecie, ze względu na złożoność badanego zjawiska, możemy co najwyżej spekulować i stawiać hipotezy na temat tego, co ma miejsce w fazie mikrogenetyzacji oraz w jaki sposób wypracowywane są strategie komplementarne. Nie podlega dyskusji, że badani świadomi są faktu wypróbowywania nowych strategii, zarówno mentalnych, jak i komplementarnych. Nie możemy jednak stwierdzić, w jaki sposób obmyślają oni owe strategie ani dlaczego poprzestają na pewnych rozwiązaniach, zamiast kontynuować poszukiwanie lepszych.

Pomimo powyższych ograniczeń, minimalna teoria strategii komplementarnej powinna dostarczyć zestawu zasad teoretycznych na tyle silnych, by były w stanie wytłumaczyć w kategoriach mentalnych zasobów i strategii, dlaczego dana strategia komplementarna odnosi sukces lub zawodzi.

## Uzupełniające strategie wizualne

Chcąc oszacować, w jakim stopniu pomocna jest dana strategia komplementarna, powinniśmy mieć pewne wyobrażenie samej strategii mentalnej, która ma być uzupełniana. Dobrym punktem wyjścia dla wypracowania ramy teoretycznej, która pozwoli nam omówić poszczególne strategie mentalne, jest teoria rutyn wizualnych (Ullman 1985). Oferuje ona opis podstawowych operacji obliczeniowych dostępnych podmiotowi w celu wybierania i manipulowania elementami postrzeganego obrazu, a tym samym stanowi oczywisty punkt, od którego należy rozwijać teorię na temat wizualnego zliczania. Podstawowa idea jest taka, że wzrokowe rutyny to procedury czy też programy, które wykorzystują proste operacje wzrokowe w celu zidentyfikowania poszukiwanej własności. Zapewnia to systemowi wzrokowemu elastyczność polegającą na tym, że własności odkrywane spontanicznie – takie jak zestaw czterech jeszcze nie przeliczonych ćwierćdolarówek – mogą stać się przedmiotem systematycznego przeszukiwania wzrokowego.

Studium autorstwa Ullmana nie wyjaśnia procesów, które kształtują ewolucję rutyn wzrokowych. Nie podnosi również kwestii, w jaki sposób ograniczenia pamięci niezwiązanej ze wzrokiem determinują istnienie określonych rutyn wzrokowych. W związku z tym owa teoria nie może również wyjaśnić, w jaki sposób potrzeba zapamiętywania wartości pośrednich – takich jak wartość pięcio- lub dziesięciocentówki wyrażana w dolarach – pomaga w kształtowaniu wzrokowych strategii służących zliczaniu. W ostatecznym rozrachunku plan działania, na którym poprzestaje agent, musi być również wrażliwy na ograniczenia inne niż wzrokowe. W związku z tym, jeżeli plan działania polega na tym, by – przykładowo – najpierw policzyć ćwierćdolarówki po cztery, dodać do tego wartość dziesięciocentówek, a na końcu dodać wartość pięciocentówek, to nie mamy tu do czynienia z czysto wizualną strategią, lecz ze *strategią mieszaną*, która jest wrażliwa zarówno na wizualne umiejętności i ograniczenia pamięci wzrokowej agenta, jak również na jego umiejętności i ograniczenia związane z pamięcią nie-wzrokową.

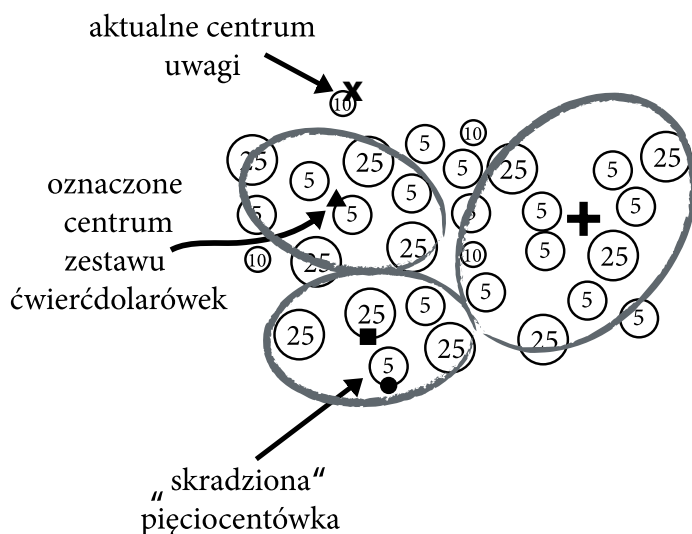
Ilustracja 3 prezentuje mieszaną strategię badanego SR. Spośród wszystkich uczestników eksperymentu, SR odznaczał się najbardziej wyraźnym wzrostem efektywności podczas realizowania zadań w obu danych sytuacjach eksperymentalnych.



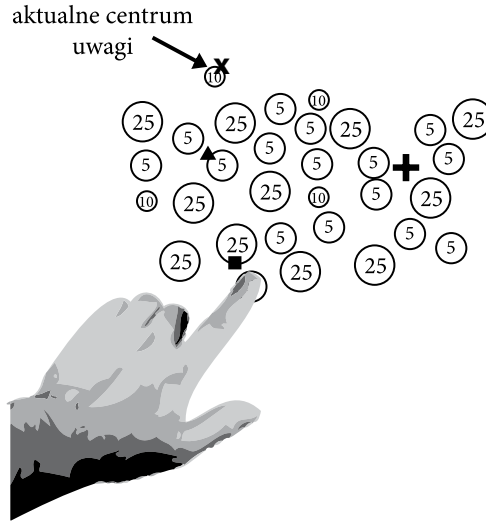
Najbardziej interesujące w jego podejściu było to, że jego strategia mentalna regularnie wymagała zapamiętania większej liczby markerów wizualnych, niż mógł sobie przypomnieć. Dzięki podstawieniu pewnych zewnętrznych działań SR był w stanie zredukować potrzeby swojej pamięci wzrokowej na tyle, by zredukować liczbę błędów o 60% oraz zwiększyć tempo o 20%. Podczas rozmowy po eksperymencie SR opisał swoją strategię następująco:

Najpierw, [o ile pozwala na to układ monet], liczę ćwierćdolarówki, grupując je w czwórki i podążając zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Jeżeli okazuje się, że wartość wszystkich ćwierćdolarówek nie stanowi okrągłej sumy i wynosi przykładowo 2,75 \$, szukam wokół pięciocentówki, aby dodać ją i otrzymać okrągłą liczbę 2,80 \$, dzięki czemu łatwiej będzie mi dodawać wartość dziesięciocentówek. Zdecydowanie łatwiej dodawać 10 do 280 niż do 275. Potem dodaję do sumy po dwie pięciocentówki naraz. Jeżeli wcześniej „podkradłem” pięciocentówkę, często zapominam, gdzie się znajdowała. Dlatego w sytuacji, kiedy mogę korzystać z dłoni, kładę kciuk na „podkradzonej” monecie. To bardzo pomaga. Jeżeli chodzi o liczenie pięciocentówek, mogę użyć dwóch palców drugiej ręki, by wskazać parę monet, które aktualnie zliczałem, i w ten sposób z łatwością dodać moje dwie pięciocentówki.

W dalszej części tekstu omawiam pewne korzyści, które SR czerpał z zastosowania tej ciekawej strategii, oraz wiążę to z bardziej generalnymi kwestiami dotyczącymi pamięci, percepcji i uwagi.



**Ilustracja 3a.** Strategia bez użycia rąk



**Ilustracja 3b.** Strategia z użyciem rąk

Ilustracja 3a jest próbą zobrazowania strategii mentalnej – czyli bez użycia rąk – stosowanej przez SR. Natomiast Ilustracja 3b przedstawia jego strategię komplementarną, czyli z użyciem rąk. Dla oznaczenia wizualnych markerów – proponowanych przez Ullmana – użyto [małych czarnych figur]: trójkąta, kwadratu, kółka, plusa oraz X, a zamknięte krzywe oznaczają obejmowane wzrokiem regiony. Na Ilustracji 3a widzimy, że SR zliczył wszystkie ćwierćdolarówki i właśnie ma się zabrać za dziesięciocentówki. Zaczął swoje zliczanie w myślach przez objęcie wzrokiem czterech ćwierćdolarówek w górnym lewym kwadrancie i oznaczenie centrum tego zestawu ćwierćdolarówek pierwszym wizualnym markerem przedstawionym przez trójkąt. Następnym krokiem było objęcie wzrokiem drugiej grupy ćwierćdolarówek, tym razem w górnym prawym kwadrancie, i oznaczenie tego zestawu przez plus. Także trzy pozostałe ćwierćdolarówki, wszystkie w lewym dolnym rogu, zostały zliczone i oznaczone przez kwadrat. Dysponując teraz sumą 2,75 \$ – uzyskaną z ćwierćdolarówek – SR „podkradł” pięciocentówkę, aby uzyskać sumę 2,80 \$, i oznaczył „skradzioną” monetę swoim czwartym markerem: kółkiem. Następnie skierował swoją uwagę na dziesięciocentówki, znowu rozpoczynając od lewego górnego kwadrantu.

Aby utrzymać swoją uwagę w tym obszarze, oznaczył swój obiekt czwartym, ostatnim markerem: X. W przypadku sytuacji przedstawionej na Ilustracji 3b, SR robi użytek ze swojego palca dla oznaczenia „skradzionej” pięciocentówki i w ten sposób uwalnia jeden z markerów, który będzie mógł zostać wykorzystany w innym celu. Podczas rozmowy po eksperymencie SR opisywał ponadto w jaki sposób korzystał z prawej ręki, by pomóc sobie w zliczaniu pięciocentówek po dwie. To działanie nie zostało tu jednak zobrazowane.

## Pamięć

Najczęstsze obciążenie poznawcze, z jakim mieli do czynienia uczestnicy eksperymentu, polegało na [konieczności] zapamiętywania częściowych sum. Łatwo jest pomylić cyfry podczas liczenia: „jestem przy 285 czy 385?”. Reakcją niektórych uczestników na ten problem było częściowe liczenie za pomocą palców. Przykładowo: jedna z badanych – JD – kodowała aktualną ilość dolarów za pomocą palców, skupiając się tylko na centach, dzięki czemu nie musiała posługiwać się liczbami trzycyfrowymi, tylko jedno- i dwucyfrowymi. A zatem, zamiast dodawać w pamięci do liczb trzycyfrowych, takich jak 275, 285, 295, 305, wyprostowywała dwa palce i liczyła: 75, 85, 95, lub trzy palce i liczyła: 5. To w znacznym stopniu odciążało pamięć JD. Strategia SR była również skuteczna, choć nieco bardziej urozmaicona. „Podkradając” pięciocentówkę w celu zaokrąglenia sumy 275 do 280, SR w podobnym stopniu ekonomizował wykorzystanie własnej pamięci roboczej, jednak osiągał to bez zmniejszania liczby cyfr w sumowanych liczbach. Jego sztuczka polegała na fonologicznym uproszczeniu liczby, którą musiał aktualizować w trakcie liczenia. W przypadku języka angielskiego liczba sylab, które muszą być przechowywane w pętli odpowiedzialnej za artykulację (Baddelly), jest większa dla 275 (*two-seventy-five*) niż dla 280 (*two-eighty*), pomimo że obie liczby są trzycyfrowe. Co prawda SR posługiwał się liczbami trzycyfrowymi, a JD dwucyfrowymi, liczy się jednak przede wszystkim fakt, że posługiwali się oni liczebnikami o identycznej liczbie sylab: *twen-ty-se-ven* oraz *two-se-ven-ty*.

Oszczędności w zasobach pamięci, związane z liczbą przetwarzanych sylab, niemal bezpośrednio przekładają się na oszczędności w czasie potrzebnym do ich przetworzenia. Przypuszczalnie jednym z czynników potencjalnie ograniczających szybkość liczenia jest czas potrzebny do mentalnego wypowiedzenia: *twen-ty-se-ven*, czyli zaktualizowania sumy w pamięci artykulacyjnej. Szybkość liczenia zależy częściowo od tego, jak szybko wymawia się „w pamięci” liczby. Każda redukcja liczby sylab przekłada się na skrócenie czasu procesu liczenia (Baddeley i in. 1984). A zatem technika stosowana przez SR oszczędzała zarówno czas, jak i pamięć.

Inna oszczędność zasobów pamięci roboczej osiągnięta przez SR bierze się z tego, że część rzeczy została przeniesiona z pamięci roboczej do pamięci długoterminowej. SR sugerował, że największe oszczędności pamięci związane były z umieszczeniem kciuka na „podkradanej” pięciocentówce, dzięki czemu nie musiał zapamiętywać ani tego, że już wykorzystał jedną pięciocentówkę, ani tego, którą dokładnie pięciocentówkę już wykorzystał i nie powinien jej ponownie dodawać.

Na pierwszy rzut oka wydaje się, że funkcją tego zewnętrznego markera jest odciążenie markera wewnętrznego. Postaram się jednak wykazać, że prawdziwe oszczędności dotyczą czegoś innego. Przypuszczalnie, bez względu na to, czy agent nanosi wewnętrzny marker wzrokowy na mentalną reprezentację, czy posługuje się zewnętrznym markerem w postaci palca dla oznaczenia fizycznej pięciocentówki, wciąż musi poświęcać pewną część zasobów pamięci, by przechowywać wiedzę na temat samego znaczenia markera: *tu leży „podkradziona” pięciocentówka, którą uprzednio wykorzystałem*. W przypadku wewnętrznych markerów wzrokowych ta etykieta musi znajdować się w którymś z obszarów pamięci roboczej, jako że markery tworzone są na bieżąco w trakcie wykonywania zadania i potencjalnie mogą mieć doraźne znaczenia. Jednakże w przypadku zewnętrznego markera znaczenie kciuka położonego na monecie staje się konwencjonalne, a tym samym przeniesione z pamięci krótkotrwałej do długotrwałej.

## Zarządzanie uwagą

Łatwo zapomnianą cechą procesów uwagowych jest to, że zarządzanie nimi jest albo przeuczone i automatyczne, albo musi być sterowane programem przechowywanym w pamięci roboczej. Należy wykorzystać część zasobów pamięci, aby zapamiętać, według jakiej strategii aktualnie postępujemy. Kolejną konsekwencją opracowanej przez SR techniki oznaczania „podkradzonej” pięciocentówki jest fakt, że zmniejsza ona stopień wykorzystania zasobów pamięci związanej z realizacją strategii uwagowej.

Aby to wyjaśnić, wróćmy do korzyści związanych ze wskazywaniem „skradzionej” monety. Z czysto logicznego punktu widzenia nie ma powodu, by wskazywać raczej tę, a nie inną monetę. Informacyjną funkcją zakrywania pięciocentówki jest oznaczenie faktu, że pięciocentówka – dowolna pięciocentówka – została już policzona. Funkcję tę mogłoby równie dobrze pełnić trzymanie się za nos. Jednakże z wypowiedzi samego SR jasno wynika, że nie wskazywał dowolnej pięciocentówki, jak również i to, że gdy przychodził czas na liczenie pięciocentówek, celowo unikał doliczania oznaczonej monety. Nie mamy tu do czynienia po prostu z idiosynkrazją. Jest to działanie adaptacyjne. Ponieważ gdyby SR nie ukrył wcześniej konkretnej pięciocentówki, byłby zmuszony wybrać jakąś konkretną monetę do pominięcia.

A więc musiałby przejrzeć wszystkie pięciocentówki oraz przypomnieć sobie, że jego wyciągnięty palec ma oznaczać pominięcie jednej z tych monet. Jednak można uniknąć orzekania, którą monetę zignorować, skoro konkretna pięciocentówka [ukryta jest pod palcem]. Z racji tego, że palec SR służy raczej do eliminowania niż do oznaczania, SR będzie zajmował się mniejszą liczbą ważnych obszarów, skoro będzie wiedział, który obszar ma zignorować. Oszczędza mu to realizowania instrukcji typu: „idź do tego obszaru, ale pomiń oznaczoną w myślach monetę”. W ten sposób, przez eliminację monety, SR jest w stanie zredukować liczbę czynników absorbujących uwagę, z którymi musi mieć do czynienia, a także zredukować mentalne koszty stosowania strategii uwagowej.

## **Wspomaganie percepcji**

Wskazywanie i oznaczanie może w oczywisty sposób pomagać w ukierunkowaniu uwagi i ograniczaniu liczby stosowanych markerów wzrokowych, ale może również służyć kilku czysto percepcyjnym funkcjom. Najważniejszą z nich jest zmiana kontekstu obserwacji. Gdy umieścimy czubek palca na [obserwowanej] powierzchni, wówczas postrzegany zestaw przedmiotów ulega zmianie. Na przykład wyobraźmy sobie osobę, którą prosimy o policzenie kropek tworzących następujący ciąg: ..... Aby ułatwić fiksację na jednej kropce naraz i ograniczyć zakłócający wpływ kropek sąsiednich, osoba ta zechce w naturalny sposób wykorzystać palec lub ołówek, by nie pomylić kropek i utrzymać wzrok w jednym miejscu. Oto jednak sprytny trik kryjący prostą strategię komplementarną: wskazując kropkę czubkiem ołówka i przesuwając go w prawo dokładnie o jedną kropkę, faktycznie zliczamy nie kropki, lecz ilość ruchów wykonanych ołówkiem. Kropki są wciąż zbyt małe, by dało się je policzyć w sposób bezpośredni, choć nie na tyle małe, by nie można ich było dotykać jedną po drugiej za pomocą instrumentu.

Jeszcze bardziej uderza sposób, w jaki dodanie elementu lub cechy może zmienić właściwości statycznego *gestalt* jakiejś figury. Na przykład łatwo jest pokonać złudzenie nierównych linii w iluzji Muellera Lyera poprzez umieszczenie palca nad częścią V jednej z linii i naoczne zestawienie wierzchołków.

Dlaczego działania tego typu są skuteczne? Jak wpływają one na nasze pole wzrokowe? Rzetelna teoria strategii komplementarnych powinna na tyle wykorzystywać ustalenia psychologii, by móc wyjaśnić zachodzący tu mechanizm oraz możliwy spadek liczby błędów.

## Uwagi końcowe

Inteligentne stworzenia podwyższają swoje możliwości poznawcze, przekształcając środowiska własnych działań do takich postaci, w których są w stanie uzyskać najlepsze rezultaty przy ograniczonych zasobach poznawczych. Lekceważony aspekt tej zdolności adaptowania związany jest z tym, w jaki sposób ręce, palce oraz otaczające nas materialne przedmioty są wykorzystywane poznawczo. W tekście omówiono prosty eksperyment, który jasno pokazuje, że korzystny wpływ tego typu spontanicznie tworzonych technik – strategii komplementarnych – na efektywność działania można łatwo mierzyć za pomocą metod empirycznych. Dla właściwego zrozumienia podstawowych zasad wzrostu efektywności konieczne jest poznanie sposobu, w jaki zróżnicowane działania zewnętrzne wpisują się w pewną ogólną strategię obliczania. Wymaga to zidentyfikowania mentalnych funkcji pełnionych przez zewnętrzne działania oraz zmiany [wprowadzane w otoczeniu], jak również zdania sobie sprawy z różnego rodzaju oszczędności zasobów pamięci wzrokowej, pętli artykulacyjnej, procesów uwagowych i kontroli percepcyjnej. Niniejszy tekst stanowi zaledwie krok w kierunku opisanego zakresu i złożoności tego typu korzyści, niemniej jednak sama potrzeba głębszego zrozumienia strategii komplementarnych powinna stać się ewidentna.

## Podziękowanie

Dziękuję Marcie Kutas i Paulowi Maglio za ich pomocne komentarze do wcześniejszych szkiców tekstu. Praca ta została częściowo sfinansowana w ramach grantu NIA grant AG11851.

## Bibliografia:

- Baddeley, A. D., Lewis, V. J. i Vallar, G. 1984. Exploring the articulatory loop. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36: 233-252.
- Backman, L. i Dixon, R. A. 1992. Psychological compensation: A theoretical framework. *Psychological Bulletin*, 112 (n2): 259-283.
- Hutchins, E. 1995. *Cognition in the wild*. Cambridge MA: MIT Press.
- Kirsh, D. i Maglio, P. 1994. On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive Science*, 18: 513-549.
- Kirsh, D. 1995. The intelligent use of space. *Artificial Intelligence*, 73: 31-68.
- Lave, J. 1988. *Cognition in practice*. Cambridge: Cambridge University Press. Ullman, S. 1984. *Visual routines Cognition*, 18: 97-159.