

MAGDALENA SZUBIELSKA

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II
Instytut Psychologii

KATARZYNA JAROSZEK

BARTŁOMIEJ KILJANEK

KOSZTY ZMIANY MODALNOŚCI WE WZROKOWO-DOTYKOWYM ROZPOZNAWANIU SCEN

Celem eksperymentu było sprawdzenie, jakie czynniki mogą modyfikować koszty międzymodalnego wzrokowo-dotykowego rozpoznawania scen. Badani uczyli się sceny, patrząc na nią bądź jej dotykając (w warunkach dotykowych – z zasłoniętymi oczami), a po odroczeniu rozpoznawali ją za pośrednictwem tej samej bądź zmienionej modalności. Manipulowano poziomem trudności zadania, wprowadzając na etapie rozpoznawania dwie bądź trzy zmiany umiejscowienia elementów tworzących scenę. Stwierdzono, że koszty zmiany modalności, związane zarówno ze spadkiem trafności rozpoznawania, jak i z wydłużeniem czasu podejmowania decyzji, występują jedynie w sytuacji dużego obciążenia pamięci roboczej, to jest w sytuacji dotykowego uczenia się sceny i przy dużym poziomie trudności zadania rozpoznawania.

Słowa kluczowe: rozpoznawanie międzymodalne, wzrok, dotyk.

Wprowadzenie teoretyczne. Badacze zajmujący się wyobrażeniami przestrzennymi (np. Loomis i in., 2012) definiują je jako reprezentacje powstające w efekcie wzrokowej, słuchowej lub dotykowej percepcji trójwymiarowej przestrzeni bądź pochodzące z pamięci długotrwałej. Reprezentacje te funkcjonują w obrębie pamięci operacyjnej i zawierają informacje na temat właściwości przestrzennych (np. lokalizacji, orientacji) pojedynczego bodźca albo układu bodźców. Badania nad efektem torowania międzymodalnego (Easton, Srinivas i Greene, 1997; Easton, Srinivas i Greene, 1997; Reales i Ballesteros, 1999)

pozwalają na stwierdzenie, że reprezentacje poznawcze tworzone na bazie percepcji wzrokowej i dotykowej dzielą informacje dotyczące wymiarów strukturalnych. We wzrokowe oraz dotykowe rozpoznawanie obiektów zaangażowane są podobne obszary kory mózgowej, tzw. obszary wzrokowe (Amedi i in., 2001). W badaniu z użyciem fMRI Lacey i współautorzy (2010) wykazali, iż aktywacja wywołana przez wyobrażenia wzrokowe przedmiotów była silniej skorelowana z aktywacją podczas percepcji dotykowej przedmiotów semantycznych niż asemantycznych (np. gumowa kaczka vs abstrakcyjna bryła). Ponadto wiadomo, że osoby widzące, ucząc się małej asemantycznej przestrzeni dotykowo, deklarują stosowanie strategii wizualizacji (np. Szubielska, 2009). Zatem można wysnuć wniosek o wizualnym charakterze wyobrażeń przestrzennych w populacji osób widzących. Wizualizacja wyobrazeniowa dotykowych bodźców przestrzennych wiąże się z dominacją u osób widzących reprezentacji o charakterze allocentrycznym (zob. np. Pasqualotto i Proulx, 2012). Jednak są zadania dotykowe, na przykład ocena równoległości drążków, podczas rozwiązywania których u osób widzących stwierdza się korzystanie z mniej złożonej reprezentacji egocentrycznej, która bazuje na sygnałach skoncentrowanych na ciele oraz zakodowanych dzięki ruchowi. W przypadku tego typu zadań „przełączenie się” na reprezentację allocentryczną można uzyskać dzięki odroczeniu czasu między uczeniem się a testem (Zuidhoek i in., 2003) oraz poprzez danie badanym możliwości patrzenia na bodźce niezwiązane z zadaniem (Newport, Rabb i Jackson, 2002).

Mimo to, że zarówno poznanie wzrokowe, jak i dotykowe mogą prowadzić do powstania wyobrażenia przestrzennego, kodowanie informacji przestrzennej w tych dwóch modalnościach wydaje się przebiegać w inny sposób. Świadczą o tym koszty zmiany modalności w badaniach wzrokowo-dotykowego rozpoznawania międzymodalnego. W eksperymentach dotyczących zapamiętywania twarzy (Casey i Newell, 2007), pojedynczych przedmiotów (Ernst, Lange i Newell, 2007) oraz scen (Newell i in., 2005) stwierdzano, że zmiana modalności na etapie rozpoznawania w stosunku do etapu uczenia się powodowała pogorszenie trafności rozpoznawania, w porównaniu z sytuacją, gdy na obydwu etapach wykorzystywano tę samą modalność. Jednak nie zawsze wspomniane koszty są ponoszone.

Newell i współautorzy (2001) nie stwierdzili obniżenia trafności w związku ze zmianą modalności w badaniach rozpoznawania pojedynczych obiektów – brył zbudowanych z klocków LEGO, oglądanych z jednego punktu widzenia. Gdy te same bryły poznawano z wielu punktów widzenia, zmiana modalności istotnie pogarszała trafność ich rozpoznawania (Ernst, Lange i Newell, 2007). W serii trzech eksperymentów dotyczących rozpoznawania scen Newell

i współautorzy (2005) w dwóch badaniach stwierdzili efekt zmiany modalności, polegający na zwiększeniu liczby błędnych rozpoznań w warunkach międzymodalnych. Efekt ten nie został w pełni potwierdzony tylko w jednym z ich eksperymentów, w którym wprowadzono zmienną supresji artykulacyjnej. W tym badaniu koszt zmiany modalności stwierdzono jedynie w porównaniu z warunkiem uczenia się i rozpoznawania wzrokowego. W przekonaniu autorów, wzrokowe poznanie przestrzeni w mniejszym stopniu obciąża pamięć roboczą niż poznanie za pośrednictwem dotyku, dlatego przy dodatkowym obciążeniu pamięci roboczej rozpoznawanie sceny było gorsze w warunkach dotyk-dotyk niż wzrok-wzrok.

Interpretując otrzymane wyniki Newell i współautorzy (2005) sugerują, że zastosowanie prostszych niż w ich eksperymentach kształtów bądź wydłużenie czasu uczenia się sceny mogłoby spowodować zniesienie kosztów rozpoznawania międzymodalnego. Wyjaśnijmy, iż podczas badań autorzy prezentowali sceny w postaci rozmieszczonych na okrągłej platformie siedmiu płaskich figurek zwierząt, losowo wybieranych z zestawu 15, po czym następowała 20-sekundowa przerwa. Po przerwie prezentowano badanym platformę testową, na której dwie figurki, tworzące scenę, zamieniono miejscami. Krytyczna analiza przyjętej przez autorów procedury skłania do postulowania, by w kolejnych badaniach nad rozpoznawaniem wzrokowo-dotykowym scen kontrolować kilka czynników. Po pierwsze, z wypowiedzi osób badanych wynikało, że część z nich identyfikowała figurki jako reprezentacje konkretnych zwierząt i nazywała je, a część – traktowała je jako asemantyczne kształty. Wiadomo zaś, że dotykowo poznawane kształty są przez osoby widzące lepiej zapamiętywane, gdy zostaną zidentyfikowane i nazwane (Pathak i Pring, 1989). Ponadto łatwiej jest wizualizować obiekty semantyczne niż asemantyczne (por. Lacey i in., 2010). Co prawda, w jednym z serii badań Newell i współautorzy (2005) wprowadzili zmienną supresji artykulacyjnej, która w ich zamierzeniu kontrolowała możliwość nazywania figurek podczas uczenia się sceny. Jednak zadanie tłumienia, polegające na powtarzaniu słowa „the”, mogło być zbyt łatwe, by całkowicie uniemożliwić werbalizację (o czym może świadczyć brak efektu głównego związanego z czynnikiem supresji). Po drugie, nie wiadomo, w jakim stopniu podczas 20-sekundowej przerwy między uczeniem się a rozpoznawaniem badani starali się utrzymać w pamięci roboczej wyobrażenie przestrzenne sceny. Mogło to być czynnikiem zakłócającym wyniki badania. Pensky i współautorzy (2008) stwierdzili interakcję między rodzajem pomiaru (wykorzystującym dane z pamięci operacyjnej; wymagającym przywołania wyobrażenia z pamięci długotrwałej) i rodzajem modalności (wzrokowa; dotykowa) na etapie uczenia się i rozpoznawania obiektów prze-

strzennych. Po trzecie, zastanawiające jest, w jakim stopniu kontekst wizualny pomieszczenia, w którym prowadzono badania, wpływał na badanych (jak stwierdzili Newport, Rabb i Jackson, 2002, „nieinformatywny obraz” poprawia dotykową percepcję przestrzeni). W warunkach dotykowych scena znajdowała się za kurtyną. Nie wiadomo, czy w tej sytuacji badani zamykali oczy, czy też nie. Zamykanie oczu mogło przyczyniać się do koncentracji na egocentrycznych ramach odniesienia i obniżeniu trafności wykonania zadania.

Pytania i hipotezy badawcze. Porównując badania dotyczące międzymodalnego rozpoznawania bodźców przestrzennych, można zadać pytanie: Czy spadek rozpoznawania w warunkach międzymodalnych zależy od modalności wykorzystywanej podczas uczenia się oraz stopnia trudności zadania, a tym samym – obciążania pamięci roboczej podczas wykonywania zadania eksperymentalnego? Postawiono hipotezę, zgodnie z którą obciążenie pamięci operacyjnej modyfikuje koszty ponoszone przy zmianie modalności we wzrokowo-dotykowym rozpoznawaniu scen: tylko przy dużym obciążeniu system poznawczy ponosi koszty zmiany modalności.

Metoda. W eksperymencie wzięło udział 60 studentów (52 kobiety, 8 mężczyzn) w wieku od 18 do 27 lat ($M = 20,98$; $SD = 1,38$), losowo przydzielonych do jednej z czterech grup badawczych, wyróżnionych ze względu na modalność uczenia się oraz rozpoznawania (wzrokowa; dotykowa). Studenci ci nie mieli wad wzroku bądź były one korygowane, a także żadnych dysfunkcji dotykowych.

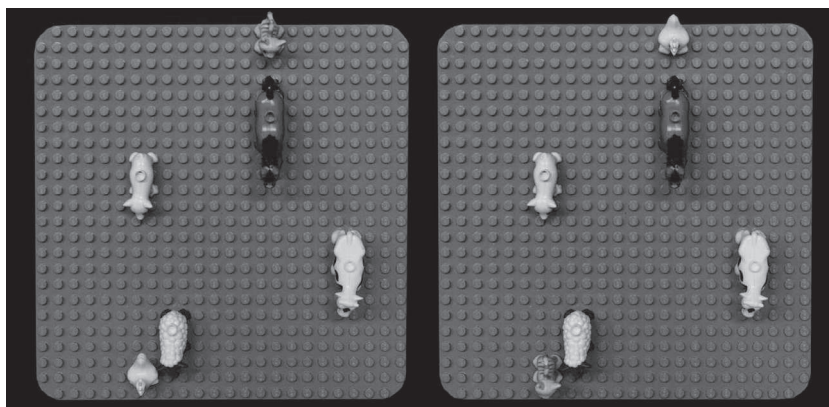
W badaniach wykorzystano kwadratową makietę LEGO Duplo, o boku długości 38,5 cm, i trójwymiarowe klocki-figurki następujących zwierząt: koń, krowa, owca, mała świnka, kot, kura. Zostały one wyselekcjonowane w badaniach wstępnych z grupy 21 figurek (wśród których znajdowało się 10 „zwierząt gospodarczych”: koń, źrebiak, kot, kura, pies, królik, owca, mała świnka, krowa, cielak). W badaniu pilotażowym 1 brało udział sześciu studentów, którym zasłonięto oczy. Ich zadaniem było podanie nazwy zwierzęcia dla każdej z osobna dotykanych 21 figurek. Za prawidłową odpowiedź uznawano podanie nazwy odnoszącej się do poziomu podstawowego bądź podrzędnego pojęcia (np. nazywając źrebiaka wystarczyło powiedzieć, że jest to koń). Do dalszej części badań pilotażowych wybrano 16 figurek, które w pierwszym badaniu pilotażowym zostały zidentyfikowane przez minimum 50% badanych (warto wspomnieć, iż badani mieli spore trudności z identyfikacją niektórych zwierząt – żaden z badanych nie był w stanie ocenić, jakiego zwierzęcia dotyka, gdy był to cielak, a tylko 17% zidentyfikowało niedźwiedzia, tygrysa i zebrego). W badaniu pilotażowym 2 uczestniczyło 20 studentów, którym zasłonięto oczy; żaden z nich nie brał udziału w badaniu wstępnym 1. Tym razem eksplorację dotykową figurek po-

przedzało podanie nazw zwierząt. Badanych proszono o rozpoznanie (podanie nazwy) kolejno eksplorowanych dotykowo figurek. Jako materiał do eksperymentu wybrano 6 figurek, które zostały rozpoznane przez największy procent badanych w badaniu wstępnym 2 oraz należały do wspólnej kategorii („zwierząt gospodarczych”).

Zadania prezentowano każdej z indywidualnie badanych osób w kolejności losowej. Każdy z badanych rozwiązywał osiem podtestów (po cztery dla dwóch różnych poziomów trudności zadania, związanej z liczbą zmieniających się elementów sceny), które składały się z dwóch zasadniczych części. W pierwszej części proszono o zapamiętanie rozstawienia na planszy figurek konia, krowy, owcy, małej świnki, kota i kury (nazwy zwierząt podawano badanym przed rozpoczęciem eksperymentu). W przypadku każdej ze scen prezentowanych do uczenia się wszystkim badanym eksponowano taki sam, wylosowany uprzednio, układ figurek, ustawianych frontem do oglądającego. Plansza znajdowała się na stole, przy którym siedzieli badani. Połowa badanych wykonywała to zadanie, patrząc na planszę (przez 10 sekund), połowa – dotykając planszy z zasłoniętymi oczami (przez 60 sekund – czasy eksploracji przyjęto jak w eksperymencie Newell i in., 2005; ponadto w badaniu pilotażowym 2 stwierdzono, że czas ten jest wystarczający na poznanie sześciu klocków-figurek). Następnie zabierano planszę i następowała 60-sekundowa przerwa, podczas której badani rozwiązywali zadanie kodowania symboli – analogiczne do testu kodowania ze skali inteligencji Wechslera (WAIS-R). Zadanie to miało na celu „wyczyszczenie” pamięci operacyjnej z informacji przestrzennej dotyczącej planszy wzorcowej. Po odroczeniu prezentowano planszę testową, którą badani rozpoznawali w tej samej lub innej modalności. Na planszach prezentowanych do rozpoznawania zamieniano uprzednio wylosowane dwie lub trzy figurki (po cztery plansze dla każdego warunku) w stosunku do wyjściowego rozmieszczenia obiektów. Zamiany figurek dokonywano w taki sposób, że front zwierzęcia, które zmieniło miejsce, zastępował front zwierzęcia, które stawiano na jego miejscu (zob. Rysunek 1).

Zadanie badanych polegało na określeniu, które zwierzęta na planszy zmieniły swoje położenie w stosunku do planszy wzorcowej. Mierzono poprawność i czas udzielania odpowiedzi (w sekundach). Za poprawne rozwiązanie pojedynczego zadania, za które przyznawano 1 punkt, uznawano trafne wskazanie wszystkich zwierząt, które zmieniły miejsce na planszy, a jednocześnie nie podanie nazw innych zwierząt, które nie zmieniły miejsca (wówczas nie popełniano błędu fałszywego alarmu). Wszystkie inne odpowiedzi oceniano jako błędne (0 punktów). Czas reakcji mierzono z użyciem stopera. Obsługiwany przez eksperymentatora stoper był włączany w momencie zdjęcia opaski z oczu (warunki

wzrokowe) bądź rozpoczęcia eksploracji dotykowej planszy (warunki dotykowe) przez badanego; wyłączano go, gdy badany poinformował eksperymentatora o tym, że skończył odpowiadać.

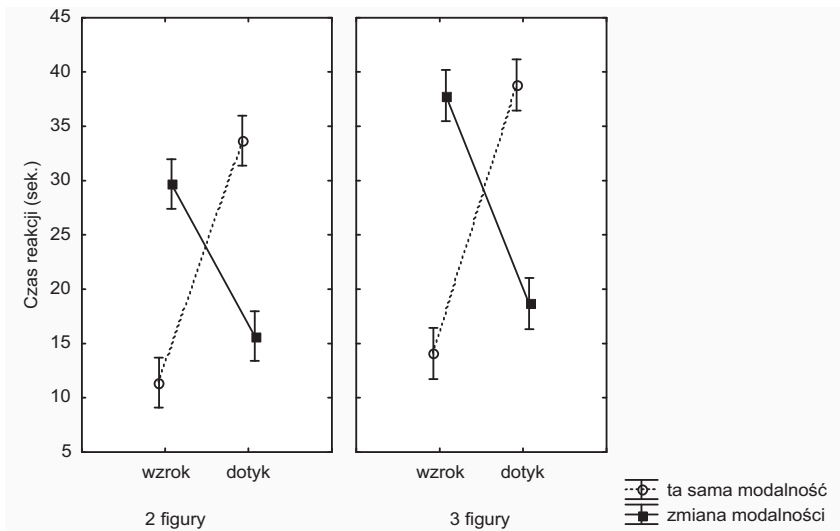


Rysunek 1. Przykładowy podtest: zmiana dwóch elementów sceny (kury i kota).

Wyniki. Poprawność rozpoznawania scen w czterech grupach eksperymentalnych porównywano z wykorzystaniem analizy wariancji z powtarzaniem pomiarem dla czynników międzyobiektowych modalność uczenia się (wzrokowa; dotykowa) i zmiana modalności na etapie rozpoznawania (tak; nie) oraz czynnika wewnątrzobiektowego – poziomu trudności zadania rozpoznawania (zamiana dwóch bądź trzech elementów sceny). Uzyskano jedynie efekt główny czynnika wewnątrzobiektowego ($F(1, 56) = 28,40; p < 0,001; \eta^2 = 0,34$) – więcej trafnych odpowiedzi udzielano w warunkach zmiany w scenie dwóch ($M = 2,73; SD = 0,16$) niż trzech elementów ($M = 1,88; SD = 0,14$). Nie stwierdzono efektów głównych dla czynników modalność uczenia się ($F(1, 56) = 1,94; p = 0,170$), zmiana modalności ($F(1, 56) = 1,27; p = 0,265$) ani żadnej istotnej interakcji czynników.

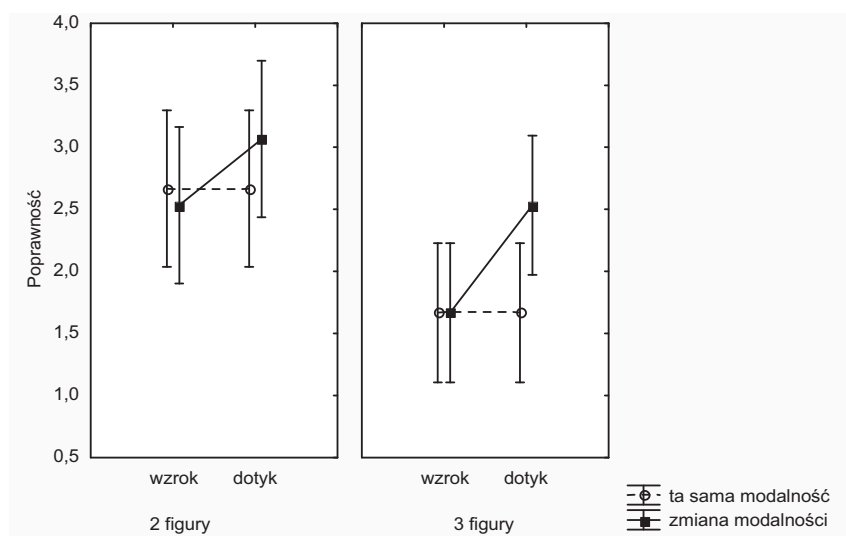
W celu porównania czasu udzielania odpowiedzi w czterech grupach eksperymentalnych analogiczną analizę wariancji przeprowadzono dla zmiennej zależnej czas rozpoznawania (w sekundach). Ponownie stwierdzono efekt główny czynnika wewnątrzobiektowego ($F(1, 56) = 28,42; p < 0,001; \eta^2 = 0,34$). Większa liczba zmian figur na planszy wiązała się z dłuższym czasem identyfikacji zmienionych figur ($M = 27,34; SD = 1,18$) niż mniejsza liczba zmian ($M = 22,60; SD = 1,15$). Nie stwierdzono efektów głównych dla czynnika mo-

dalność uczenia się ($F(1, 56) = 2,60; p = 0,112$) ani zmiana modalności ($F(1, 56) = 0,21; p = 0,650$). Otrzymano interakcję zmiennych modalność uczenia się i zmiana modalności ($F(1, 56) = 86,95; p < 0,001; \eta^2 = 0,61$), związany z tym, że czas rozpoznawania był dłuższy podczas rozpoznawania dotykowego niż wzrokowego (zob. Rysunek 2). Uzyskano ponadto istotną interakcję czynników międzyobiektowych z czynnikiem wewnątrzobiektowym ($F(1, 56) = 4,54; p = 0,037; \eta^2 = 0,08$). Po obliczeniu efektów prostych stwierdzono, że zmiana modalności istotnie wpływa na czas rozpoznawania sceny tylko w sytuacji, gdy scenę rozpoznawano za pośrednictwem wzroku i gdy na planszy mieściły trzy elementy ($t(28) = -2,10; p = 0,045; Es = -2,01$) – czas rozpoznawania był dłuższy, gdy modalność zmieniała się w stosunku do modalności uczenia się (dotykowa-wzrokowa), niż gdy pozostawała taka sama (wzrokowa-wzrokowa) (zob. Rysunek 2). Czas reakcji nie różnił się istotnie przy zmianie trzech elementów w warunkach wzrok-dotyk oraz dotyk-dotyk ($t(28) = -0,24; p = 0,816$), ani przy zmianie dwóch elementów w warunkach dotyk-wzrok oraz wzrok-wzrok ($t(28) = -1,83; p = 0,078$), a także wzrok-dotyk oraz dotyk-dotyk ($t(28) = -1,01; p = 0,320$). Pozostałe interakcje nie były istotne.



Rysunek 2. Czas reakcji w zależności od modalności uczenia się (wzrokowa; dotykowa), zmiany modalności na etapie rozpoznawania (ta sama modalność; zmiana modalności) i poziomu trudności zadania rozpoznawania (zmiana dwóch bądź trzech figur tworzących scenę). Wykres prezentuje też błąd standardowy średniej ($\pm 1,0$).

W celu weryfikacji hipotezy badawczej policzono testy t dla grup niezależnych, porównując trafność rozpoznawania sceny w warunkach rozpoznawania międzymodalnego i wewnątrzmodalnego dla danych wyróżnionych ze względu na modalność uczenia się i poziom trudności zadania rozpoznawania. Zmiana modalności wpływała na obniżenie poprawności rozpoznawania sceny tylko w sytuacji, gdy ucząc się sceny, korzystano z dotyku, a na planszy trzy obiekty zmieniały swoje miejsce (porównanie warunków dotyk-dotyk oraz dotyk-wzrok: $t(28) = -2,25$; $p = 0,032$; $E_s = 0,09$). W pozostałych sytuacjach, tzn. porównania warunków wzrok-wzrok oraz wzrok-dotyk przy dwóch oraz trzech zmianach obiektów (odpowiednio: $t(28) = 0,33$; $p = 0,747$; $t(28) = 0,00$; $p = 1,00$), a także dotyk-dotyk oraz dotyk-wzrok przy dwóch figurach zmieniających miejsce ($t(28) = 0,83$; $p = 0,411$), zmiana modalności nie miała wpływu na trafność rozpoznawania sceny (zobacz Rysunek 3).



Rysunek 3. Poprawność rozpoznawania sceny w zależności od modalności uczenia się (wzrokowa; dotykowa), zmiany modalności na etapie rozpoznawania (ta sama modalność; zmiana modalności) i poziomu trudności zadania rozpoznawania (zmiana dwóch bądź trzech figur tworzących scenę). Wykres prezentuje też błąd standardowy średniej ($\pm 1,0$).

Dyskusja. Można uznać, że hipoteza badawcza została zweryfikowana pozytywnie. Stwierdzono, że stopień obciążenia pamięci operacyjnej modyfikuje koszty rozpoznawania sceny, ponoszone w warunkach międzymodalnych. Wyniki badań ujawniły, iż zmiana modalności rozpoznawania spowodowała spadek

poprawności odpowiedzi i wydłużenie czasu podejmowania decyzji tylko w warunkach największego obciążenia pamięci operacyjnej, które wiązało się jednocześnie z dotykowym uczeniem się sceny i większym poziomem trudności zadania rozpoznawania.

Tym samym potwierdzono postulat Newell i współautorów (2005), zgodnie z którym system poznawczy ponosi koszt zmiany modalności jedynie w przypadku trudniejszych zadań (por. też Ernst, Lange i Newell, 2007; Newell i in., 2001). W naszym badaniu spadek trafności rozpoznawania związany ze zmianą modalności stwierdzono, gdy sceny uczono się dotykowo i na etapie testu zmieniano położenie trzech elementów. Dotykowe uczenie się sceny z zasłoniętymi oczami mogło utrudniać badanym korzystanie z allocentrycznych ram odniesienia (Newport, Rabb i Jackson, 2002). Można zatem przypuszczać, że ucząc się dotykowej sceny, starali się oni wizualizować ją (Szubielska, 2009), a jednocześnie częściowo kodowali ją w formie reprezentacji egocentrycznej. Rozpoznając zmienioną scenę dotykowo, mieli możliwość korzystania z tego samego rodzaju reprezentacji. Natomiast patrząc na zmienioną scenę, musieli porównać ze sobą wydobytą z pamięci długotrwałej reprezentację wyobrażeniową, prawdopodobnie w pewnym stopniu egocentryczną, z dostępnym w percepcji obrazem. O ile w przypadku zadań prostszych (zamiany dwóch elementów na planszy) rozbieżność między charakterem reprezentacji wyobrażeniowej i percepcyjnej nie miała znaczenia, o tyle utrudniała ona identyfikację elementów, które zmieniły się w scenie podczas rozwiązywania zadań o większym stopniu trudności (zamiany trzech figur). Za rozbieżnym charakterem reprezentacji sceny poznawanej dotykowo i wzrokowo, stanowiącym przeszkodę w porównywaniu informacji przestrzennych w przypadku trudniejszych zadań, przemawia też wydłużony czas rozpoznawania wzrokowego sceny ze zmienionymi trzema figurami w sytuacji, gdy uczono się jej dotykowo, w porównaniu z sytuacją, gdy uczono się jej za pośrednictwem modalności wzrokowej (podobny efekt w badaniach odroczonego rozpoznawania pojedynczych znanych obiektów uzyskali Easton, Greene i Srinivas, 1997; ale autorzy Ci uzyskali także efekt zmiany modalności w warunkach zapamiętywania wzrokowego i rozpoznawania dotykowego). Dla porównania, poznając scenę wzrokowo, badani tworzyli jej obraz umysłowy. Podczas rozpoznawania nowej sceny mieli możliwość wydobycia z pamięci wyobrażenia, w którym, korzystając z allocentrycznych ram odniesienia, przechowywali informacje o relacjach przestrzennych między poszczególnymi obiektami. Nie miało więc dla nich większego znaczenia, czy analizując zmienioną scenę, relacje te porównują z tym, co aktualnie widzą, czy z tym, czego właśnie dotykają.

Modalność uczenia i zmiana modalności interakcyjnie wpływały na czas rozwiązywania zadania. Jeśli sceny uczono się wzrokowo, to zmiana modalności wydłużała czas jej rozpoznawania, zaś w sytuacji uczenia się dotykowego zmiana modalności skracala czas udzielania odpowiedzi. Otrzymana interakcja wiązała się z tym, że czas rozpoznawania dotykowego sceny był dłuższy niż czas rozpoznawania wzrokowego, co jest intuicyjnie oczywiste (próba identyfikacji przedmiotu, na który napotyka ręka, którą wkładamy do kieszeni, zajmuje nam więcej czasu niż ocena tego, co to jest za przedmiot, jeśli wyjmemy go z kieszeni) i zgodne z innymi badaniami (np. Reales i Ballesteros, 1999).

Ograniczeniem eksperymentu jest przyjęty sposób oceny udzielania trafnej odpowiedzi. Podczas badania zauważono, że osoby badane popełniały błędy polegające zarówno na pomijaniu elementów, które zmieniły miejsce w scenie, ale także wskazywaniu na elementy, które nie zmieniły miejsca (niestety, informacji tych nie zapisywano w arkuszu odpowiedzi). Aby precyzyjnie określić wykonanie zadania, należałoby wziąć pod uwagę zarówno liczbę poprawnych odpowiedzi, jak i odpowiedzi błędnych (taki sposób oceny przyjęli np. Easton, Greene i Srinivas, 1997; Easton, Srinivas i Greene, 1997; Reales i Ballesteros, 1999). Kolejnym elementem procedury, który warto poprawić w przyszłych badaniach, jest sposób pomiaru czasu udzielania odpowiedzi. Przy zróżnicowanej liczbie elementów, na które należało wskazać w różnych warunkach eksperymentalnych, czas ten powinien być mierzony raczej do momentu, gdy badany zacznie udzielać odpowiedzi, niż – jak to zostało przyjęte w naszym eksperymencie – do chwili, gdy badani zdecydują, że wymienili już wszystkie zmienione elementy sceny.

LITERATURA CYTOWANA

- Amedi, A., Malach, R., Hendler, T., Peled, S. i Zohary, E. (2001). Visuo-haptic object-related activation in the ventral visual pathway. *Nature Neuroscience*, 4(3), 324-330.
- Casey, S. J. i Newell, F. N. (2007). Are representations of faces independent of encoding modality? *Neuropsychologia*, 45(3), 506-513.
- Easton, R. D., Greene, A. J. i Srinivas, K. (1997). Transfer between vision and haptics: Memory for 2-D patterns and 3-D objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(3), 403-410.
- Easton, R. D., Srinivas, K. i Greene, A. J. (1997). Do vision and haptics share common representations? Implicit and explicit memory within and between modalities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(1), 153-163.
- Ernst, M. O., Lange, C., Newell i F. N. (2007). Multisensory recognition of actively explored objects. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 61(3), 242-253.

- Lacey, S., Flueckiger, P., Stilla, R., Lava, M. i Sathian, K. (2010). Object familiarity modulates the relationship between visual object imagery and haptic shape perception. *NeuroImage*, 49(3), 1977-1990.
- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., McHugh, B. i Giudice, N. A. (2012). Spatial working memory for locations specified by vision and audition: Testing the amodality hypothesis. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(6), 1260-1267.
- Newell, F. N., Ernst, M. O., Tjan, B. S. i Bülthoff, H. H. (2001). Viewpoint dependence in visual and haptic object recognition. *Psychological Science*, 12(1), 37-42.
- Newell, F. N., Woods, A. T., Mernagh, M. i Bülthoff, H. H. (2005). Visual, haptic and crossmodal recognition of scenes. *Experimental Brain Research*, 161, 233-242.
- Newport, R., Rabb, B. i Jackson, S. R. (2002). Noninformative vision improves haptic spatial perception. *Current Biology*, 12(19), 1661-1664.
- Pasqualotto, A. i Proulx, M. J. (2012). The role of visual experience for the neural basis of spatial cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(4), 1179-1187.
- Pathak, K. i Pring, L. (1989). Tactual picture recognition in congenitally blind and sighted children. *Applied Cognitive Psychology*, 3(4), 337-350.
- Pensky, A. E. C., Johnson, K. A., Haag, S. i Homa, D. (2008). Delayed memory for visual-haptic exploration of familiar objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(3), 574-580.
- Reales, J. M. i Ballesteros, S. (1999). Implicit and explicit memory for visual and haptic objects: Cross-modal priming depends on structural descriptions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(3), 644-663.
- Szubielska, M. (2009). *The role of visual experience on the strategies of blind and sighted individuals in mental imagery*. Plakat zaprezentowany podczas XI European Congress of Psychology. Oslo, Norwegia, 07-10.07.2009.
- Zuidhoek, S., Kappers, A. M. L., van der Lubbe, R. H. J. i Postma, A. (2003). Delay improves performance on a haptic spatial matching task. *Experimental Brain Research*, 149(3), 320-330.