

## Co, kto, gdzie tak pięknie gra?

Ale skąd wiemy, że pięknie, a skąd, że w ogóle gra? No jak to skąd, przecież mamy uszy.

A który ze zmysłów jest dla nas „ważniejszy”, wzrok czy słuch? Wzrok? Na pewno?

Odpowiedź nie jest taka prosta, jak mogłoby się wydawać. Nie zostaliśmy przez naturę obdarzeni wybitnym słuchem (wzrokiem zresztą też nie, ale przynajmniej z psem wygrywamy na tym polu). W dodatku słuch jest „jednowymiarowy”, a widzimy „trójwymiarowo”. A jednak myślimy za pomocą słów. Słowa mogą być napisane i możemy je czytać bez artykulacji i to dużo szybciej, ale jednak gdy o czymś myślimy, zaczynamy siebie słyszeć. Podobnie, gdy chcemy coś napisać. Zapisujemy to, co mówimy, choć zazwyczaj nie wypowiadamy niczego na głos.

Jednoznacznej odpowiedzi nie ma, ale przynajmniej można zrozumieć, dlaczego jest ona tak trudna do udzielenia. Zmysł słuchu to nie tylko dwoje uszu, to przede wszystkim nasz umysł. Przy czym, o ile dla wzroku można dość jednoznacznie wskazać obszar mózgu odpowiedzialny za przetwarzanie obrazów, o tyle dla słuchu przypisanie to nie jest już tak jednoznaczne. Bodźce słuchowe docierają do nas nie tylko przez uszy. Niskie dźwięki słyszymy całym ciałem, wysokie również poprzez kości czaszki. Całkowicie głusi potrafią tańczyć w rytm muzyki, gdyż drgania podłoża rejestrują poprzez stopy. Każdy, kto choć przez chwilę znalazł się kiedyś na koncercie rockowym albo dyskotekce, wie, że odpowiednio głośny rytm rejestrujemy za pomocą płuc. Ten sam efekt, tylko w bardziej znośnej formie, występuje podczas chóralnego śpiewu. Szczególnie wyraźnie można to odczuć, słuchając dobrego chóru cerkiewnego.

Nie tylko człowiek słyszy czymś więcej niż wyłącznie uszami. Jeżeli ograniczymy się do ssaków, to rządami obdarzonymi niezwykłym słuchem są nietoperze i walenie, zwłaszcza z rodziny delfinowatych. Zwierzęta te mają zdolność echolokacji. Okazuje się ona być podobna do wzroku, tylko wymaga aktywnego udziału w procesie postrzegania, czyli sonoryzacji badanej przestrzeni. O ile jednak przyrzenie się nietoperzowi natychmiast uzasadnia jego zdolności, o tyle delfin w ogóle na obdarzonego znakomitym słuchem nie wygląda. Czy on słyszy? Odpowiednikami małżowin usznych są u delfina dolna żuchwa, dokładniej rozbudowane kanały tłuszczowe w niej się znajdujące oraz asymetryczna czaszka.

Echolokacja, zarówno u delfinów, jak i u nietoperzy, przebiega podobnie. Gatunki te wysyłają serie bardzo krótkich impulsów ultradźwiękowych o różnej wysokości dźwięku. Dźwięki te są skolimowane tym lepiej, im wyższy jest ton impulsu. Im wyższy dźwięk, tym mniejsze objekty mogą być za jego pomocą zlokalizowane. Niższej wysokości impulsy służą do rozpoznawania tła i obiektów znajdujących się po bokach. Zadziwiające zdolności delfinów w tej dziedzinie były badane w ten sposób, że najpierw pozwalano zwierzęciu rozpoznać pewien kształt za pomocą sonaru, a następnie proponowano mu wybranie takiego samego spośród wielu podobnych. Badana osobniczka radziła sobie z tym znakomicie, rozpoznając szczegóły o rozdzielczości

kątownej do jednego stopnia, dowodząc, że delfiny za pomocą sonaru „widzą” prawie tak dobrze jak za pomocą wzroku.

Sposób sondowania przestrzeni przez nietoperze ma dodatkową cechę. Nietoperz nie tylko sam się zazwyczaj porusza ze zmienną prędkością, ale również porusza głową i uszami. W rezultacie powstający obraz przestrzeni musi uwzględniać zmianę położenia receptorów. Okazuje się, że orientowanie się za pomocą takiej sonomotorycznej mapy nie jest tak trudne do wyuczenia jak mogłoby się wydawać. W każdym razie udało się skonstruować sztuczne nietoperze, a raczej sztuczne odpowiedniki sonaru nietoperzy, które dość prostymi metodami uzyskują dokładność odwzorowania taką, jaką można przypisać nietoperzom na podstawie analizy ich zachowania.

Człowiek z tak słuchowo uzdolnionymi zwierzętami rywalizować nie może, ale bierne lokalizowanie źródeł dźwięku idzie nam zupełnie nieźle. Przy czym mechanizm lokalizacji jest zupełnie różny dla dźwięków wysokich i niskich. Wysokie lokalizujemy, głównie rejestrując przesunięcie fazowe sygnałów odbieranych przez lewe i prawe ucho, a niskie za pomocą różnic amplitud. Przejście od jednego sposobu do drugiego następuje dla długości fali porównywalnej do odległości między uszami. Każdą cechę można poprawić treningiem. Okazuje się jednak, że o ile ciągła stopniowa poprawa rozdzielczości jest możliwa przy rozpoznawaniu kierunku za pomocą amplitudy, o tyle trening rozpoznawania za pomocą różnicy fazowej, po początkowej poprawie, pozwala jedynie na polepszanie nieomyślności, a nie rozdzielczości. Dla mnie wygląda to tak, jakbyśmy mieli ograniczoną częstość próbkowania sygnału, co można by było zbadać za pomocą zmiany wysokości sygnału dźwiękowego.

Niezależnie od tego, na ile rozumiemy działanie zmysłu słuchu, pewne sekwencje dźwięków powodują szczególnie silne wrażenia prawie u wszystkich słuchaczy. Tym, którzy nie znają (choć nie jestem pewien czy tacy w ogóle istnieją), proponuję posłuchać np. *The Ecstasy Of Gold* Ennio Morricone (bez trudu można znaleźć w sieci nagrania wideo tej melodii). A jednak ciągle znajdujemy sobie melodie, które w danym momencie podobają się nam bardziej niż inne.

W tej dziedzinie również nie jesteśmy odosobnieni. Podobnie zachowują się humbaki. Przez długi czas sądzono, że po prostu samce nadają modne przeboje, ale ostatnio zdano sobie sprawę, że znajomość melodii pozwala lepiej zrozumieć jej zniekształcenia. Jeżeli znajdujące się niedaleko siebie osobniki śpiewają tak samo, to mają pełniejszą informację o sobie.

Jak zwykle, okazuje się, że warto wzorować się na naturze, a ponieważ czasem trudno ubrać myśl w słowa, proponuję częściej wsłuchiwać się tak w siebie, jak w innych. Przecież my też jesteśmy częścią natury.

Piotr ZALEWSKI

Na podstawie popularnonaukowych wersji referatów przygotowanych na 154. konferencję *Acoustical Society of America*, Nowy Orlean, 27/11–1/12/2007.