

Struktura pojęciowa liczb naturalnych

Modelowanie kognitywnych systemów przetwarzania informacji ilościowej, numerycznej i liczbowej w przestrzeniach pojęciowych

Popularnonaukowe Streszczenie Projektu

Ludzie używają liczebników na wiele różnych sposobów i w wielu rozmaitych znaczeniach: do określania, ile dokładnie elementów znajduje się w jakiejś kolekcji, do szacowania, ile jest ich mniej więcej, do skrupulatnego przeliczania poszczególnych elementów, do obliczeń (np. do dodawania czy do mnożenia), do pisania programów komputerowych czy do szyfrowania wiadomości. Większość kultur używa do wyrażenia tych wszystkich znaczeń jednego systemu liczebników, np. liczebników arabskich. Ta wielość znaczeń liczebników sprawia, że trudno się ich nauczyć i jeszcze trudniej nauczyć się ich używać.

Badania psychologów kognitywnych pokazują, że istnieje kilka podstawowych zdolności poznawczych, które wpływają na to, jak dzieci uczą się rozumieć system liczbowy. Po pierwsze, umiejętność szacowania (aproksymacji) ilości elementów w danej kolekcji. Po drugie, subitacja, czyli zdolność do określania dokładnej ilości elementów w małych zbiorach (do czterech, czasem pięciu elementów) bez liczenia. Te dwie zdolności dzielimy ze zwierzętami. Po trzecie, zdolność parowania elementów z dwóch kolekcji („przyporządkowanie jeden-do-jednego”), aby sprawdzić, w której jest więcej elementów. Po czwarte, zdolność do nauczenia się na pamięć kolejnych nazw dla liczb.

Istnieje kilka różnych typów badań doświadczalnych, które pozwalają na ocenę, do jakiego stopnia dana osoba (dziecko) opanowała daną zdolność. Zdolności te są uzyskiwane do pewnego stopnia niezależnie i twierdzi się, że dopiero zrozumienie tak zwanej „zasady kardynalności” (*cardinality principle*) – oznaczającej, że wielkość danej kolekcji jest nazwana ostatnim liczebnikiem użytym do policzenia jej elementów – pozwala na połączenie tych rozmaitych zdolności w jednolity system pojęciowy. Niektórzy psychologowie kognitywni uważają nawet, że tylko wtedy, gdy dziecko zrozumie zasadę kardynalności, stworzy się pojęcie liczby naturalnej.

Mój projekt ma na celu stworzenie serii modeli dla wszystkich podstawowych zdolności poznawczych uczestniczących w tworzeniu pojęcia liczby naturalnej. Modele te pozwolą na zrozumienie tych zdolności, a także na prześledzenie procesu dzięki któremu łączą się one w jednolity system pojęciowy.

Modele, które proponuję, są oparte na teorii przestrzeni pojęciowych sformułowanej przez Petera Gärdenforsa. Ten sposób modelowania różni się od modeli obliczeniowych, które są tradycyjnie używane do analizy funkcjonowania kognitywnych systemów przetwarzania informacji ilościowej, numerycznej i liczbowej. Modele Gärdenforsa zostały już z powodzeniem stosowane w wielu innych dziedzinach do opisu zakresów znaczeń i struktur pojęciowych oraz koncepcji uczenia się, szczególnie w semantyce języka naturalnego, ale również do opisu dynamiki teorii naukowych.

W trakcie realizacji naszego projektu sprawdzę, na ile sposób uczenia się pojęć liczbowych przez dzieci można porównać do dynamiki rozwoju teorii naukowych (takie podejście zostało przedstawione przez Alison Gopnik w jej teorii o dzieciach naukowcach). Zaproponowane modele będą systematycznie porównywać z wynikami eksperymentów laboratoryjnych przeprowadzonych przez psychologów poznawczych wyspecjalizowanych w badaniu przetwarzania informacji ilościowej i numerycznej. W szczególności z tymi badaniami, których celem jest zrozumienie etapów poznawczych uczenia się liczb oraz etapów tworzenia się pojęcia liczby naturalnej.

Wyniki moich badań pozwolą na głębsze zrozumienie struktur i procesów poznawczych, stojących u podstaw w pełni rozwiniętego systemu pojęciowego dla liczb i wyrażeń numerycznych. Pozwoli to na sformułowanie nowych wniosków dotyczących badań eksperymentalnych, które mogą być wykonywane w celu określenia poziomu rozwoju matematycznego dziecka. Modele dostarczą również dodatkowych materiałów dla specjalistów od wczesnej edukacji, którzy już teraz opierają się na wykorzystywanych przez nas badaniach empirycznych.