Władysław M. TURSKI, Warszawa – Instytut Informatyki UW

Skoro byle kalkulator liczy szybciej i lepiej od człowieka, to po co uczyć człowieka liczenia?

Zaraz, zaraz… Żaden kalkulator nie obliczy szybciej ode mnie, ile wynosi iloczyn 2×3 ani ile wynosi różnica MDCCIX – MDCXC. Dla każdego kalkulatora istnieje takie n, że nie „potrafi” on obliczyć $\underbrace{123456789123456789\ldots}_{n \text{ razy powtórzone}}\times 1$, a ja potrafię!

Więc ani „szybciej”, ani „lepiej”, tylko *inaczej* !

W pytaniu, które wybrałem z ankiety *Delty*, kryje się oczywista pułapka: czasownik „liczyć” odniesiony do czynności wykonywanych przez kalkulator (i „normalnie” używany komputer) oznacza co innego niż wtedy, gdy odnosi się do człowieka. (Jeden z mych znajomych, poirytowany ciągle zadawanym pytaniem: *Can machines think?*, odpowiada: *No more than submarines can swim!*)

Po angielsku *to swim* jest czasownikiem odnoszącym się wyłącznie do istot żywych: ludzi, ryb, bobrów; łódź może tylko *sail*, nawet pod wodą!

Człowiek – czasem – liczy wykonując ściśle określony algorytm, np. mnożenia liczb wielocyfrowych, ale prawie zawsze najpierw analizuje „zadanie obliczeniowe” po to, żeby wybrać optymalną drogę postępowania prowadzącego do uzyskania wyniku. Im głębsze są wiadomości człowieka, tym bogatszy repertuar środków liczenia stoi do jego dyspozycji. Znając np. zasady rzymskiego zapisu liczb bez trudu ustali, że w celu obliczenia różnicy MDCCIX – MDCXC można pominąć pierwsze trzy symbole obydwu liczb ograniczając się do różnicy CIX – XC, a ta równa się IX – (–X), czyli XIX. Zauważmy, że do tego wyniku dochodzi się nie przekształcając zapisu liczb z rzymskiego na „arabski”.

Można, oczywiście, tak zaprogramować komputer (a nawet zbudować taki kalkulator), żeby liczył w rzymskim systemie. Po pierwsze, nie będzie to jednak „byle kalkulator”, a po drugie – i co znacznie ważniejsze – i tak nie będzie on tak „pomysłowy” jak człowiek, no, powiedzmy, jak niektórzy ludzie.

Budując kalkulator utrwalamy w nim wybrane algorytmy wykonywania określonych działań. Ucząc człowieka liczyć wyposażamy go w (lub, poprawniej powiedziawszy, pomagamy mu zdobyć) *wiedzę o liczeniu*, pozwalającą tworzyć i stosować algorytmy liczenia. Same akty liczenia wedle przykładowych algorytmów są w tej nauce niezbędne tylko o tyle, o ile ćwiczenia praktyczne są użyteczne w procesie zdobywania wiedzy.

Warto przy tym zauważyć, że nawet w najskromniejszym programie nauki liczenia człowiek przyswaja sobie *różne* algorytmy realizacji tego samego działania, np. uczy się tabliczki mnożenia (liczenie przez wyszukiwanie informacji, często asocjacyjne!), mnożenia „w słupkach” (w którym korzysta z tabliczki mnożenia!) i wielu innych, pomocniczych sposobów: przesunięcia (przy mnożeniu przez 10), zastępowania mnożenia przesunięciem i dzieleniem (mnożenie przez 5 czy 0,25) itp.

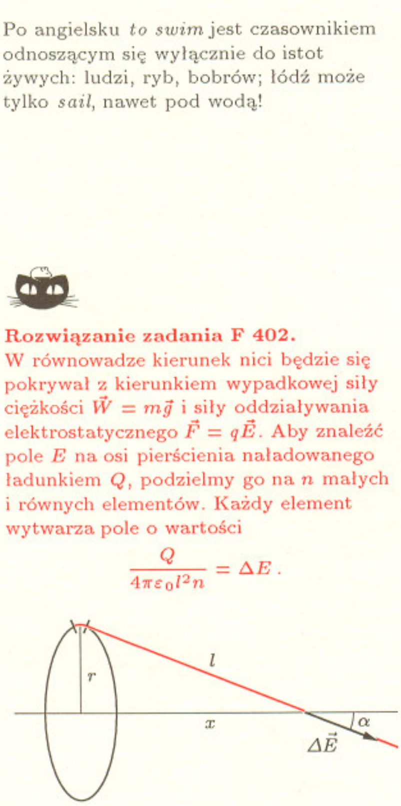
Najważniejsze zaś, że ucząc się liczyć, poznajemy – w najgłębszym, filozoficznym sensie tego słowa! – podstawy racjonalnego manipulowania symbolami jako reprezentantami konkretnych realiów.

Półżartem tylko jest opinia, że całą matematykę można zgłębić w dwóch krokach. Pierwszy to uświadomienie sobie, że aby dowiedzieć się, ile jest jajek w tuzinie ramek po mendlu każda, wystarczy pomnożyć 12×15. Reszta to krok drugi. Dla historii cywilizacji niewątpliwie ważniejszy był krok pierwszy. Nasze dzieci uczymy liczenia nie tylko po to, by mogły przynajmniej rozpocząć krok drugi, lecz także po to, aby nie dopuścić do zaprzepaszczenia zdobyczy, jakie przyniósł krok pierwszy.

Rozwiązanie zadania F 402.

W równowadze kierunek nici będzie się pokrywał z kierunkiem wypadkowej siły ciężkości $\vec{W} = m\vec{g}$ i siły oddziaływania elektrostatycznego $\vec{F} = q\vec{E}$. Aby znaleźć pole E na osi pierścienia naładowanego ładunkiem Q, podzielmy go na n małych i równych elementów. Każdy element wytwarza pole o wartości

$$\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 l^2 n} = \Delta E\,.$$



Sumując pole wszystkich kawałków wobec symetrii widzimy, że składowe $\Delta\vec{E}$ wzdłuż osi pierścienia dodają się, a prostopadłe do niego – znoszą się. Stąd wypadkowe pole jest równe

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 l^2}\cos\alpha\,,$$

gdzie $\cos\alpha = x/l$. Z warunku równowagi mamy

$$\frac{x}{r} = \frac{|\vec{F}|}{|m\vec{g}|} = \frac{Qqx}{4\pi\varepsilon_0 l^3 mg}\,,$$

skąd

$$l = \sqrt[3]{\frac{QqR}{4\pi\varepsilon_0 mg}}\,.$$

Po podstawieniu wartości liczbowych dostajemy

$$l = 7{,}2 \text{ cm}\,.$$