Analogie

Jan KALINOWSKI

Szukanie analogii między różnymi zjawiskami może być bardzo pożyteczne. Hasło „te same równania mają te same rozwiązania" pozwala tanim kosztem rozwiązywać nowe zagadnienia, o ile znamy już rozwiązania ich analogonów. Często analogie nie są ścisłe i wówczas warto dobrze zdać sobie sprawę, które aspekty zjawiska są, a które nie są analogiczne. Analogie pozwalają też wyobrazić sobie, o co chodzi w danym przypadku przez porównanie do czegoś, co już dobrze znamy i rozumiemy.

Rozpatrzmy bardzo prosty przypadek jednowymiarowego ruchu prostoliniowego ciała o masie m w polu potencjalnym. Energia tego ciała jest stałą ruchu i możemy napisać

$$E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + V(x)\,, \tag{1}$$

gdzie $\dot{x} = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$ jest prędkością, a $V(x)$ – energią potencjalną. Podczas dyskusji tego przypadku wykładowcy i nauczyciele zwracają często uwagę na analogię między tym ruchem a ruchem koralika poruszającego się bez tarcia po drucie wygiętym w kształcie wykresu funkcji $y(x) \sim V(x)$, w jednorodnym polu grawitacyjnym. Pamiętam, jak na wykładzie z fizyki na pierwszym roku studiów wykładowca przy omawianiu ruchu ciała w potencjale kulombowskim $V(r) = \frac{\alpha}{r}$ (a więc ruchu w trzech wymiarach), demonstrował ruch kulki toczącej się po lejkowatej powierzchni, której wysokość zmieniała się jak $\frac{1}{r}$.

Czy analogia między ruchem opisanym równaniem (1) a koralikiem na drucie jest pełna? Koralik porusza się w płaszczyźnie xy, więc odpowiadające równanie dla koralika ma postać

$$E = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + mgy(x)\,. \tag{2}$$

Wybierając kształt drutu w postaci

$$y(x) = \frac{V(x)}{mg}$$

otrzymujemy

$$E = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + V(x)\,. \tag{3}$$

Ale $\dot{y} = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$, możemy więc napisać

$$E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2\left(1 + \left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}\right)^2\right) + V(x)\,. \tag{4}$$

Oczywiście, równania (1) i (4) są różne, więc i ich rozwiązania też są różne. Warto sobie zdawać z tego sprawę! Na przykład, jeśli $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$, to zgodnie z równaniem (1) ciało będzie wykonywało drgania harmoniczne, natomiast koralik nanizany na drut wygięty w parabolę – nie! Są jednak pewne aspekty obu ruchów, dla których zachodzi analogia ścisła. Równania (1) i (3) różnią się członem $\dot{y} = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t}$ i tam, gdzie prędkość pionowa koralika wynosi zero, tam można mówić o analogii. Zachodzi to w dwóch przypadkach: w punktach powrotu (bo tam prędkość chwilowa ciał znika) i w punktach równowagi, gdzie styczna do drutu jest pozioma. A więc dla obu zagadnień punkty powrotu wypadają w tych samych miejscach i prędkości chwilowe w punktach równowagi są takie same.

Wirusy

Andrzej KADLOF

Wszyscy pamiętamy falę paniki, jaka przelała się przez świat na wieść o mającym nastąpić 6 marca 1992 r. ataku wirusa *Michał Anioł*. Do końca świata nie doszło, ale gdyby nie popierana przez środki masowego przekazu kampania ostrzegawcza, straty byłyby wielokrotnie większe od faktycznie zanotowanych.

Co to takiego jest ten wirus komputerowy, że potrafi siać przerażenie na całym globie i paraliżować działalność setek tysięcy instytucji i przedsiębiorstw? Już sama nazwa budzi nieprzyjemne skojarzenia, a została wybrana wyjątkowo trafnie. Analogie między wirusami biologicznymi i komputerowymi są wręcz uderzające.

Wirus komputerowy jest to niewielki program, którego głównym celem jest przeżycie w środowisku komputerów. Natura już dawno odkryła, że najskuteczniejszą metodą przetrwania gatunku jest intensywne rozmnażanie się. To, co wyróżnia wirusy komputerowe wśród innych programów, to właśnie zdolność do rozmnażania się. Polega to na tym, że wirusy potrafią kopiować swój kod i chować kolejne swoje kopie w różnych zakamarkach systemu. Robią to tak szybko, że przeciętny użytkownik nie zauważa, iż w jego komputerze dzieje się coś, nad czym nie ma kontroli.

Historia wirusów komputerowych liczy sobie zaledwie sześć lat. Do roku 1986 była to raczej ciekawostka teoretyczna, którą zajmowali się nieliczni badacze. Były to czasy, kiedy maszyny były wielkie, odizolowane od siebie, a programiści byli adeptami sztuki tajemnej, niepojętej dla zwykłego człowieka. Dopiero komputery osobiste stworzyły wirusom odpowiednie środowisko naturalne. Jest ich bardzo dużo, często przenosi się między nimi programy i dane; obsługiwane są przez ludzi o niewielkim doświadczeniu i wiedzy o systemie operacyjnym. Szczególnie podatny na wirusowe infekcje okazał się krąg użytkowników komputerów IBM PC. Jest ich najwięcej, stosowany system operacyjny jest dość dobrze znany i, co ważniejsze, nie zawiera praktycznie żadnych mechanizmów obronnych.

Wbrew rozpowszechnionym mitom napisanie wirusa nie jest żadną sztuką. Może to zrobić każdy początkujący programista posługując się dowolnym językiem programowania. Wszystkie niezbędne informacje znajdują się w dokumentacji języka programowania.

Najczęściej wirusy pisane są w języku maszynowym. Pozwala to im zachować niewielkie rozmiary. Język maszynowy, jako najmniej wygodny do stosowania, jest najmniej znany i może to właśnie sprawia wrażenie, że pisanie wirusów wymaga specjalnego talentu.

Ogólnoświatowe statystyki mówią, że powstało już ponad 1300 wirusów. Na terenie Polski schwytano dotychczas około 130, z czego prawdopodobnie 45 zostało napisanych lub zmodyfikowanych przez naszych programistów. Niepokojące jest to, że od pojawienia się pierwszych okazów krzywa przyrostu nowych wirusów jest ciągle jeszcze wykładnicza. Mniej więcej co pół roku liczba zidentyfikowanych okazów podwaja się. Na szczęście statystyki te uwzględniają wszystkie wirusy, sygnalizowane na całym świecie. Tylko niewielka ich liczba, rzędu kilkudziesięciu, rozprzestrzeniła się na cały świat. Spora liczba wirusów znana jest tylko kolekcjonerom i prawdopodobnie nigdy nie była wypuszczona na wolność lub zasięg infekcji był bardzo ograniczony.

Żeby zrozumieć, jakim sposobem mały programik napisany przez początkującego programistę może dostać się do setek tysięcy komputerów rozsianych po całym świecie, trzeba poznać strukturę wirusa komputerowego. Generalnie wirusy dzielą się na dwie grupy: wirusy plikowe i wirusy dyskowe. Nie jest to kompletna klasyfikacja, ale dla uproszczenia pominiemy inne rodzaje.

Wirusy plikowe atakują jedynie programy. Nie mogą one istnieć samodzielnie. Muszą mieć swojego nosiciela. Rolę takiego nosiciela pełnią inne programy. Autor wirusa preparuje jakiś swój program i idzie z nim do znajomego lub jakiegokolwiek dostępnego sobie cudzego komputera i tam uruchamia swojego nosiciela. Jako pierwszy dochodzi do głosu wirus. Zależnie od typu, albo od razu wyszukuje sobie ofiarę, czyli inny program, albo przyczaja się i czeka na nieświadomego użytkownika. W każdym przypadku polega to na tym, że kolejne programy zostają zmodyfikowane przez wirusa. Po takiej modyfikacji zainfekowany program zanim przystąpi do swojego normalnego działania, najpierw szuka w systemie programów, które jeszcze są zdrowe, dopisuje do nich kod wirusa i tak je modyfikuje, by ten kod był wykonywany w chwili uruchamiania programu. Zazwyczaj w krótkim czasie wszystkie programy w danym komputerze stają się nosicielami wirusa. Przy okazji w międzyczasie infekowane są programy na dyskietkach użytkowników, którzy pracowali na danym komputerze. Te z kolei są przenoszone na inne systemy i tam uruchamiane. Tak zazwyczaj rozpoczyna się lokalna epidemia.

W tym miejscu warto zapytać, czy można tak wygiąć drut, aby ruchy $x(t)$ były rzeczywiście takie same? Eliminując $\dot{x}$ z równań (1) i (2) otrzymujemy następujący warunek na kształt drutu

$$(5) \qquad (E - V(x)) \left(\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}\right)^2 + mgy(x) - V(x) = 0\,.$$

Rozwiązując to równanie różniczkowe dla $y(x)$ znajdziemy kształt drutu. Zauważmy przy tym, że w równaniu (5) występuje E, więc dla tego samego potencjału $V(x)$ kształt drutu będzie zależał od zadanej energii E ciała. Rozwiązanie nieliniowego równania (5) może okazać się bardzo trudne. Dużo łatwiej jest rozwiązać zagadnienie odwrotne, tzn. mając kształt drutu $y(x)$ znaleźć odpowiadający mu potencjał $V(x)$.

Tycho Brahe (1546–1601)

Podróżując z Lund lub Malmö do Kopenhagi można wybrać kilka dróg. Jeśli pojedziemy na północ do Hälsingborg, gdzie cieśnina Sund jest najwęższa, to przepłynąwszy na drugą stronę zobaczymy zamek Hamleta – Helsingør. (Podobieństwo nazw ma zapewne zmylić cudzoziemców.)

Na prom do Kopenhagi można również wsiąść w Landskronie, wtedy przepłyniemy w pobliżu niewielkiej wyspy Hveen. Tutaj Tycho Brahe, duński szlachcic ze Skanii, zbudował w 1576 roku największe, a zarazem ostatnie obserwatorium astronomiczne, gdzie obserwacji dokonywano gołym okiem. Na wynalezienie teleskopu przez Galileusza trzeba było jeszcze poczekać ponad 30 lat. Gdy na wyspie powstawał zamek Uraniborg, Galileusz nie rozpoczął jeszcze również swych studiów nad ruchem wahadła, które w wiele lat później doprowadziły Huygensa do skonstruowania zegara wahadłowego, więc Tycho Brahe musiał się posługiwać przy pomiarach nieporęcznym zegarem, którego główne koło było blisko metrowej średnicy.

Swe obserwacje prowadził w Uraniborgu przez 21 lat, aż kolejnemu duńskiemu królowi znudziło się utrzymywać ekscentrycznego astronoma. Tycho Brahe był zaiste człowiekiem dość oryginalnym. Pojedynkował się ze swym rywalem, nie mogąc rozstrzygnąć, który z nich jest lepszym matematykiem. W pojedynku stracił kawałek nosa i do końca życia nosił srebrno-złotą protezę. Ożenił się z wiejską dziewczyną, czym nadwerężył stosunki ze swą szlachecką rodziną.

W badaniach natomiast wykazał wprost benedyktyńską cierpliwość. Sporządził katalog 777 gwiazd, dokonał niebywale dokładnych, jak na owe czasy, pomiarów ruchu planet. Próbował usystematyzować swe obserwacje podając model układu planetarnego będący połączeniem modeli helio- i geocentrycznego. Ziemia, jak u Ptolemeusza, okrążana była przez Słońce, pięć zaś znanych wówczas planet krążyło wokół Słońca.

Opuściwszy Uraniborg podróżował nieco po Niemczech, by osiąść w Pradze jako nadworny astronom i matematyk imperatora Świętego Cesarstwa Rzymskiego Rudolfa II. Tutaj po dwóch latach zmarł, lecz jeszcze przed śmiercią krótko pracował z Johannesem Keplerem. Ten odziedziczył tytuł nadwornego astronoma oraz księgi z wynikami prowadzonych przez Tychona Brahego w ciągu ćwierćwiecza pomiarów ruchu planet.

Gdy w 1609 roku Kepler opublikował *Nową Astronomię* zawierającą pierwsze dwa prawa ruchu planet, opatrzył dzieło podtytułem: „Według obserwacji najszlachetniejszego męża Tychona Brahego”.

Wielki Duńczyk w młodości dokonał jeszcze jednego, bardzo ważnego odkrycia – zaobserwował w 1572 roku to, co byśmy dzisiaj nazwali wybuchem supernowej, lecz to wydarzenie zasługuje na oddzielną opowieść.

Stanisław MRÓWCZYŃSKI