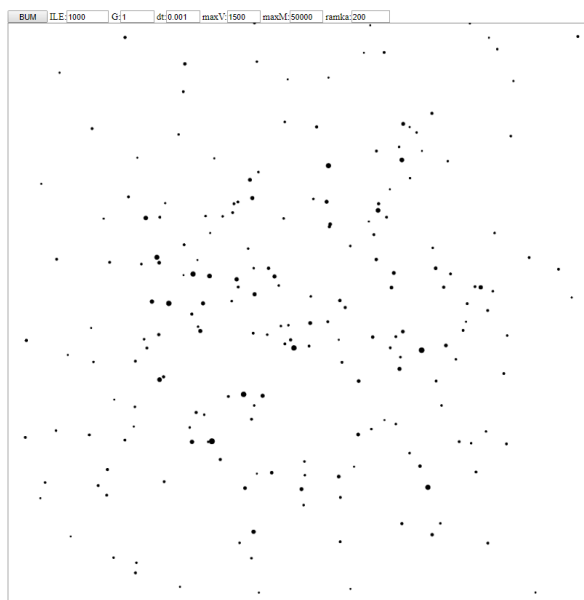


GRAWITACJA – Dynamika ruchu planet



Nie mamy chyba wątpliwości, że nasz Wszechświat powstał mniej więcej 14 miliardów lat temu (14 000 000 000) w wyniku tzw. Wielkiego Wybuchu. Co było „przed”, tego nie wiemy i chyba nigdy się nie dowiemy. Trudno zresztą mówić o tym czymś „przed” jeśli czas i przestrzeń powstały właśnie w trakcie tego wielkiego BUM. Potrafimy za to dość dokładnie opisać to wszystko, co działo się z naszym Wszechświatem już kilka sekund po wybuchu, aż do dnia dzisiejszego. Co więcej – potrafimy bardzo dokładnie przewidzieć, co się będzie działo w najbliższej przyszłości (miliony lat) z naszym najbliższym kosmicznym otoczeniem – choć nie potrafimy jeszcze przewidzieć końca.

Skąd to wszystko wiemy? Początki zazwyczaj są ukryte w tzw. „pomroce dziejów”, gdzie ludzkim pojmowaniem o świecie i kosmosie rządziły filozofia i religia. Pierwsze nowożytne nazwiska, które należałoby wymienić, to: Galileusz, Brahe, Kepler, Kopernik i oczywiście Newton, dzięki któremu poznaliśmy zasadę, która obowiązuje do dzisiaj, i która tłumaczy działanie Wszechświata - wszystkie obiekty przyciągają się siłami grawitacji. 200 lat później swoją „cegiełkę” do zrozumienia działania Wszechświata dołożył Einstein dowodząc, że nie ma we Wszechświecie uprzywilejowanego obserwatora – nazywamy to szczególną teorią względności.

Czy potrafimy w szkolnych warunkach zasymulować działanie prawa powszechnego ciążenia Newtona? Czy potrafimy zasymulować działanie Kosmosu? Podobno komputer potrafi wszystko, problem w tym, żeby go odpowiednio zaprogramować. Więc my też spróbujemy napisać program, zrozumiały dla przeciętnego ucznia, który chce być w przyszłości inżynierem-informatykiem i zarabiać „głową”.

Dzięki temu programowi będziemy mogli obserwować grawitacyjne oddziaływanie na siebie gwiazd. Przy okazji będziemy mogli wyciągnąć wnioski dotyczące podstawowych kosmologicznych pytań: Jak w praktyce działa przyciąganie grawitacyjne? Dlaczego pojawiły się gwiazdy i planety? Dlaczego z wielkiego chaosu ukształtowały się galaktyki i układy planetarne? Dlaczego wszystko w Kosmosie krąży wokół siebie? Dlaczego Kosmos jest taki pusty? itp.

Jak działa program? Tak się składa, że w tym momencie zajmuję się intensywnie JavaScriptem, który najczęściej stosowany jest na stronach internetowych. Algorytm przygotowałem podczas pisania swojej pracy dyplomowej z fizyki, ale jest na tyle prosty, że można go przenieść na inne platformy.

Rozpocząć należy oczywiście od fizyki i sił grawitacyjnych, którymi działają na siebie masywne obiekty. Aby przejść z nich do równań ruchu (położenia, prędkości i przyspieszenia) należy je zróżniczkować. Matematycznie, zwłaszcza w dobie komputerów, nie jest to proces skomplikowany i czasochłonny; w czasach Newtona prawie niemożliwy do rozwiązania dla więcej niż dwóch planet. Nie wdając się w szczegóły - przedstawiony zostanie gotowy algorytm, tzw. **metoda Eulera**.

Jak to wygląda z punktu widzenia informatyki? Analizujemy każdy obiekt i jego oddziaływanie na każdy inny – podwójna pętla. Z grawitacyjnego wzoru Newtona wyliczamy dla każdego obiektu jego przyspieszenie (potrzebne są masy, odległości i poprzednie przyspieszenia). Z przyspieszeń wyliczamy prędkości obiektów (potrzebne są przyspieszenia i poprzednie prędkości), a z prędkości nowe położenia (potrzebne prędkości i poprzednie położenia)... i tak w koło... Wszystkie niezbędne do obliczeń dane przechowujemy w tablicach: TP – położenia, TV – prędkości, TA – przyspieszenia, TM – masy, TR – promienie.

Co się stanie, gdy obiekty są zbyt blisko siebie – zderzają się oczywiście: ich masy się łączą, zwiększa się promień obiektu, prędkość nowego obiektu wyliczamy na podstawie wypadkowej – to też dość prosto można zasymulować na komputerze.

Przygotowane zostały dwie wersje programu: podstawowa pozwala na symulowanie ruchu do 4 obiektów – w ten sposób można bardzo dokładnie ustawić parametry każdego z nich i możemy analizować grawitacyjne oddziaływanie np. Słońca, Ziemi, Księżyca czy pulsarów, itp. Wersja rozszerzona pozwala symulować czas po tzw. Wielkim Wybuchu. Program generuje 1000 losowych obiektów kosmicznych i możemy obserwować ich wzajemne oddziaływanie. Co możemy zaobserwować? Prawie zawsze powstaje jedna olbrzymia gwiazda, która „ściąga” do siebie wszystko wokół. Tylko nielicznym obiektom uda się przetrwać i będą okrążać olbrzymia.

Jakie mogą pojawiać się problemy w samym programie? Jeśli będziemy próbować symulować kosmos w rzeczywistych jednostkach (ten program to umożliwia!), musimy zdać sobie sprawę z **ogromnych rozpiętości wartości liczbowych**, którymi będziemy musieli się posługiwać. Już sam nasz Układ Słoneczny wymaga zastosowania skali liczb od 10^{-11} (stała grawitacji) do 10^{30} (masa Słońca). Obliczenia na tak zróżnicowanych liczbach muszą generować rozmaite niedokładności.

Co możemy zrobić? Znane są inne, bardziej dokładne sposoby wyliczania parametrów planet. Możemy ulepszać algorytm Eulera (uśrednianie szeregiem Taylora), zastosować algorytm Verleta lub Rungego-Kutty. Głównym celem tych algorytmów jest wyliczenie położenia w punktach pośrednich pomiędzy założonym przedziałem czasowym.

Kolejna sprawa dotyczy **symulowania w czasie rzeczywistym** – chcąc prześledzić losy planet w naszym układzie musielibyśmy czekać rok, żeby Ziemia obiegała Słońce. „Przyspieszamy czas” powiększając tzw. „krok czasowy”, żeby planety kręciły się szybciej, żeby zobaczyć co będzie w przyszłości - to znów powoduje rozmaite błędy.

Jeśli chcemy oglądać nasz „świat” podstawiając rzeczywiste wartości grawitacji, mas, odległości, szybkości – okaże się, że nic nie widzimy, bo Wszechświat jest prawie zupełnie pusty! - odległości między gwiazdami ogromne. Musimy więc skalować i dopasowywać do wymiarów naszego ekranu.

Te i inne problemy oraz niedoskonałości nie przeszkadzają w domowej eksploracji naszego mini-kosmosu i pozwalają zupełnie na poważnie, za pomocą prostych elektronicznych narzędzi, badać Wszechświat.

Więcej dowiesz się po przeczytaniu mojej pracy dyplomowej
<http://www.zso.bobowa.eu/pliki/fizyka/symulacja.pdf>