

Taką to metodą Monte Carlo wyliczał, co stanie się z wiązkami protonów, a im więcej ich przeliczył, tym większej pewności nabierał, że dobrze ich zachowania symuluje. Ta pewność siebie spowodowała, że w długi wpał na zagranicznych klastrach obliczeniowych i wtrącony miał być za to do więzienia.

O małym symulancie Monte Carlo

■ Magdalena Kłodowska

Za paroma pagórkami, za paroma wązami i jeszcze za kilkoma polankami rozciągało się państwo-organizm, wewnętrznie spójny system wzajemnych zależności i funkcji. Żyło się w nim dostatnio, a każdy wypełniał swe codzienne obowiązki rzetelnie. I choć każdy chciałby, by tak zdrowo życie toczyło się dalej, to doskwierał im barbarzyński lud Nowotworów. Nieprzyjacielem był to nader przebiegły, często zmieniał lokalizację, atakując z przeróżnych stron i pod różnymi postaciami. Nierzadko trudno go było rozpoznać, a potrafił być złośliwy, blokując kanały i dukty, plądrując okolicę i siejąc postrach wśród ludności. Władca kraju, chcąc nie chcąc, był przeto w stanie nieustannej walki z ludem Nowotworów, stosując najbardziej zaawansowane technologicznie środki militarne. Część wojska specjalizowała się w użyciu broni białej, część skupiała się na rozwoju technik z użyciem broni chemicznej, a część stanowiła artyleria starająca się przeciwnika cząstkami ostrzelać. Różne typy strzelców miała armia władcy, wyróżniano

m.in. technikę z użyciem fotonów, elektronów i protonów. Ostatnia grupa uchodziła za snajperów w swej kategorii, wysyłanych do przypadków trudnych, do walki w terenie nieprzyjacielskim dla innych oddziałów wojskowych.

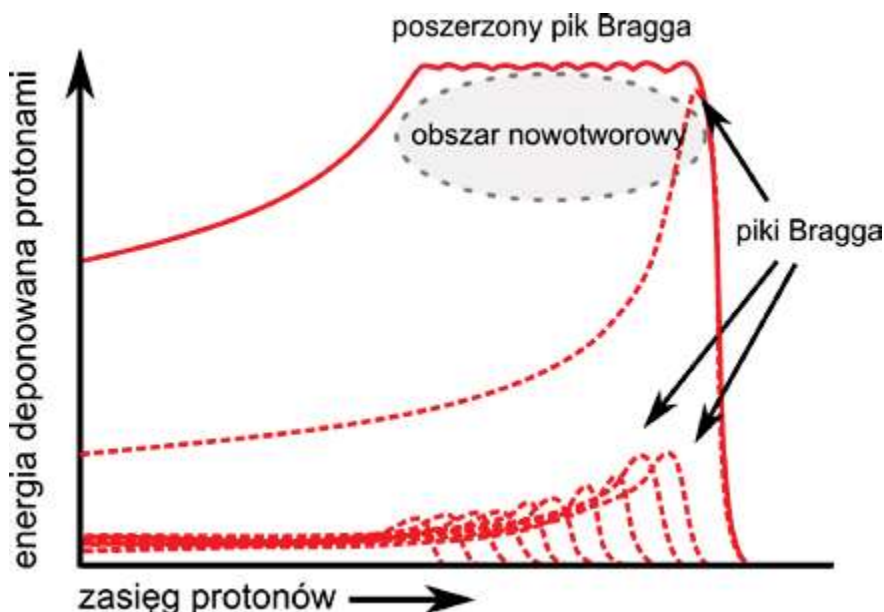
W sekcji protonów panowała bardzo duża dyscyplina. Każdy strzelec protonowy miał zadanie ściśle dobrane do swych sił i możliwości, których nigdy nadambitnie nie starał się przekroczyć. Owszem, zdarzały się niewielkie fluktuacje tych zachowań, ale nigdy nie były to notowane wykroczenia. Strzelcy owi nie wchodził w interakcje, gdy etos im na to nie pozwalał, większych od siebie zaczepiali ze świadomością, że odczują to na swej skórze. Zachowania artylerzystów przypominały zachowanie samych protonów – często się czymś rozpraszali (ang. scattering), w niewielkim stopniu tracąc na to siły i zazwyczaj tylko lekko zbaczając ze swego celu. Czasem zatrzymywali się gdzieś na dłużej (ang. stopping), a z obserwacji wynikało, że im bliżej byli celu, tym chętniej wchodził w interakcje z otoczeniem, dzieląc się swoją witalno-

ścią i energią, przekazując entuzjazm innym, by także mogli się spotkaniem podekscytować. Z rzadka, ale jednak, strzelcy wchodził w jądro wydarzeń i dążyli do samych wewnątrz napotykanego materii. Jak łatwo się domyślić, takie ekscesy kończyły się burdami w postaci generacji protonów wtórnych, neutronów czy innych cząstek, wykraczających poza podstawowe oporządzenie. Ot, żołnierska dola.

TPS i Dozymetriści

Największym strzelcem protonowym, znanym i czczonym, był Bragg. Zasługi jego polegały na specjalnej taktyce strzeleckiej, która grupowała wystrzelały w wiązki, a prędkość ich wystrzeliwania dopasowywała się z dużą precyzją do położenia przeciwnika. Klucza to były dotkliwie, a ich maksymalna energia rażenia przypadła na miejsca, gdzie stacjonowały załogi nieprzyjaciela. Były to tzw. pik Bragga, a w przypadku ataku na cały obóz wroga pikki te poszerzano na cały obszar nowotworowy, jak prezentuje poglądowy rysunek. W ten sposób przeciwnik był atakowany przez cały czas z tą samą energią, co prowadziło do poważnych uszkodzeń wśród nowotworowych jednostek. Cenił władca systematyczność tego ataku, gdyż każda frakcja protonów przybliżała jego państwo do zwycięstwa. By wspomóc zaś strzelców doborowych oraz zwiększyć obszary rażenia, wytoczono cyklotron – kolumbrynę potężną, miotającą protony w najdalsze oddziały nowotworowe. A precyzja tych strzałów była milimetrowa, co budziło powszechne uznanie, choć wymagało nie lada umiejętności, by nią zawiadywać.

Zarządzanie sekcją strzelecką powierzono majorowi TPS (wym. Ti-Pi-Es, co z angielska by rozwinął na Treatment Planning System, a po polsku był to przydomek majora Planowania Taktyki Wojennej). Na co dzień major zajmował się rachunkami wynikającymi z nicustannie nowych problemów militarnych. Każdy konflikt, nim został rozwiązany zbrojnie, musiał być odpowiednio zaplanowany i zweryfikowany, gdyż niedopuszczalne były porażki. Major miał przeto pracę żmud-



na i trudną, i ciężko by mu to szło, gdyby nie sztab doradców i asystentów, pomagających mu w kalkulacjach i przejmujących część obliczeń na siebie. Podwaliny równań dawałi uczeni teoretycy, wśród których takie nazwiska jak Molière, Bethe czy Bloch cieszyły się powszechnym szacunkiem, a odznaczeni oni byli niejednym orderem. Sekcja Eksperymentatorów wprowadzała do obliczeń teoretycznych poprawki, które pozwalały mjr. TPS-owi planować strategię walki z coraz lepszą precyzją, a dokładał do tego zmyślny TPS własne, ponad dwudziestoletnie doświadczenie. Pluton Algorytmików grupował tematycznie problemy obliczeniowe, delegując je do pododdziałów komputerowych, stacjonujących w nieodległej Dolinie Krzemowej. Wyniki pracy owych pododdziałów przedstawiano majorowi, by jego krytyczne oko mogło ocenić, czy wszystkie wymagania dla danego problemu zostały spełnione. Ponieważ mjr TPS chciał mieć pewność, że plan rozwiązania problemu jest właściwy, wzywał wówczas kompanię Dozymetrystów, specjalizujących się w mierzeniu strzałów protonowych w warunkach bojowych. Mieli oni do dyspozycji sporą artylerię sprzętów mierniczych z najwyższej półki, a cenili sobie precyzję pomiarową ponad wszystko. Stacjonując na pobliskim poligonie, z użyciem silosów wypełnionych błękitną wodą testowali nocami strategiczne plany majora. To pomiary weryfikacyjne Dozymetrystów mogły ostatecznie potwierdzić lub zakwestionować plan kolejnej akcji zbrojnej artylerzystów.

Mały symulant

Nadszedł jednak dzień, gdy grupa Dozymetrystów sprawdzająca plan strategii walki z barbarzyńskimi Nowotworami orzekła, że z powodu ograniczeń ekwipunku pomiarowego nie jest w stanie ocenić dokładnie, na ile dany plan ma szansę się sprawdzić w boju, gdyż prawdopodobnie ich sprzęt nie mierzy wszystkiego, co od wiązek protonów pochodzi. Głowił się zatem mjr TPS, jak zaradzić tej niepewności, nie chciał bowiem doprowadzić swych wojsk do porażki choćby najmniejszej czy spowodować niepotrzebnych strat amunicji. I wieść się rozeszła po całym królestwie, że nowej krwi trzeba, by Dozymetrystów z kłopotu wyciągnąć.

A był w państwie znany mały symulant, chuligan co się zowie, a w rodzinie zwano go Monte Carlo. Ciągłe na szczęście liczył, po kasynach się rozbijając, trwoniąc czas i pieniądze. W hazardzie obliczeniowym się specjalizował, a zwłaszcza fascynowała go technika ostrzeliwania nieprzyjaciela pociskami protonowymi. Lubił liczyć ich trajektorie, starał się oszacować, gdzie któremu przyjdzie swą energię zdeponować. Rozrzutny był, bo na wielu rdzeniach na raz liczył, ale i leniwy, gdyż nic sam nie robił, tylko przez znajomości w pododdziałach komputerowych wszystko kalkulował. Szanował teorię i starał się być jej wierny, ale nie zawsze mógł uzyskać odpowiedź na nurtujące go pytania. Wymyślił zatem, by dolożyć do obliczeń nutę przypadkowości, jakoby każdy rozważany proton mógł sam zdecydować o swym losie



Zdjęcie wykonane w gantry, w budynku CCB IFJ PAN, pomieszczeniu służącym do terapii protonowej pacjentów z nowotworami zlokalizowanymi poza narządem wzroku

bitewnym, oczywiście w ramach zachowania podstawowej dyscypliny wojskowej. Tak też los każdego liczonego pocisku protonowego uzależniał od wyniku rzutu kośćmi, gdyż gracz rzucający kośćmi w odwiedziwych kasynach byli dla niego wspaniałym generatorem losu. Taką to metodą Monte Carlo wyliczał, co stanie się z wiązkami protonów, a im więcej ich przeliczył, tym większą pewności nabierał, że dobrze ich zachowania symuluje. Ta pewność siebie spowodowała, że w długi wpadł na zagranicznych klastrach obliczeniowych i wtrącony miał być za to do więzienia (inni mówili, że nawet groziła mu zsyłka do Trasha), gdyż zmitrężył powierzone mu zasoby, a każdy problem na wiele sposobów rozważał, dając więcej znaków zapytania niż się na początku wydawało. Znikąd nie było widać ratunku dla małego symulanta.

I tu nasza bajka mogłaby się smutno skończyć, a główny bohater byłby zginął w niepaamięci. Uliwowała się jednak nad małym Monte Carlo córka władcy, skrupulatna i dokładna panna, która Dozymetrystką była. Widziała w chłopaku dużo sprytu i docieklowości, jakiej potrzeba przy mierzeniu planów strategii bojowej.

„Niecich opracuje nam nowy model wiązek protonowych, a długi darowane mu będą” – rzekła, a mały Monte Carlo, rad nierad, skórę swą chcąc uratować, do roboty się zabrał. I Dozymetrystka zaczęła symulanta wprowadzać w tajniki i niuanse taktyki poszerzonego piku Bragga, by jak najściślej mógł rzecz zasymulować, a subtelność unykającą aparaturze pomiarowej Dozymetrystów odnaleźć. Chodziło mianowicie o znalezienie takiego modelu wiązek protonów, który by uwzględnił rozchodzenie się pocisków protonowych szersze niż to wynikało z możliwości geometrii pomiarowej Dozymetrystów. A jako że modele nie znają ograniczeń, siedział mały symulant i coraz to nowe pliki symulacyjne tworzył, wyliczał i opracowywał. Wiele też go-

dzin obliczeniowych upłynęło symulantowi i córce władcy na wspólnej analizie rezultatów, by rzecz miała swe dobre odwzorowanie w rzeczywistości. I gdy już wszyscy dookoła zaczęli szemrać, że jest to zwykłe pozorantwo i gra na czas, by perspektywę więzienia od siebie oddalić, zjawił się Monte Carlo przed obliczem majora TPS-a oświadczając, że model opracował i poprawki wyliczył, co można wprowadzić jako korektę do danych bieżących. Nieufny TPS wziął na warsztat nowy model wiązek protonowych, przepuścił plan walki przez pododdział Komputerów i przekazał Dozymetrystom do obmierzenia. Jakież było jego zdziwienie, gdy zgodność uyskali satysfakcjonującą, zatwierdzając nowy plan strategiczny do realizacji ataku. Nowe siły wstąpiły w komórki oddziałów militarnych, gdyż taktyka wydawała się jeszcze bardziej precyzyjna i skuteczna, a i potwierdzona przez pomiary Dozymetrystów. Wiele wspólnych wątków i godzin obliczeniowych zbliżyło do siebie małego symulanta i córkę władcy, a ponieważ jego obliczenia przysłużyły się do poprawy jakości walki z nieprzyjacielem, długi zostały mu darowane, i to wraz z ręką sumiennej Dozymetrystki. Złośliwi mówili, że mariaż to był z czystego wyrachowania, by protektorat zyskać i dalej po klastrach hulać, ale inni widzieli też pozytywne aspekty, gdyż urodziło im się wiele małych, a potem i dużych wyników.

I choć najprostszy wniosek nasuwa się sam: że symulantstwo popłaca i warto w kości grać, a zawsze się wyjdzie na swoje, to inny morał z tej powiastki płynie. To szukanie wartości prawdziwych pozwala skutecznie walczyć nawet z najtrudniejszym przeciwnikiem.

Mgr inż. **Magdalena Kłódowska**, fizyk medyczny, doktorantka Międzynarodowych Studiów Doktoranckich w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN im. H. Niewodniczańskiego w Krakowie