



CREDO – detektor, jakiego nie było

Obecnie cząstki promieniowania kosmicznego są rejestrowane z wykorzystaniem różnych zjawisk fizycznych i niemal wyłącznie przez obserwatoria specjalnie zaprojektowane do tego celu. Na ogół są to instalacje podziemne lub naziemne, o możliwościach detekcyjnych ukierunkowanych na cząstki określonego typu i/lub określonej energii. Do największych obserwatoriów naziemnych należy Pierre Auger Observatory w Argentynie, gdzie detektory rozmieszczono na obszarze kilku tysięcy kilometrów kwadratowych, porównywalnym z powierzchnią Luksemburga.

Okresowo pomiary promieniowania kosmicznego bywają prowadzone nad powierzchnią Ziemi, między innymi za pomocą aparatury instalowanej w balonach stratosferycznych. W tego typu eksperymentach czas pracy jest jednak z konieczności ograniczony długością lotu. To dlatego wiele przyrządów od lat umieszcza się na pokładach orbiterów czy sond kosmicznych. Już pierwszy amerykański satelita, wystrzelony w 1958 roku Explorer 1, był wyposażony w aparaturę do pomiarów promieniowania kosmicznego. Zmiany w tym promieniowaniu rejestrują też słynne sondy Voyager 1 i Voyager 2, najodleglejsze obiekty wykonane przez człowieka, dziś znajdujące się na granicy Układu Słonecznego.

Wspólną cechą naziemnych i podziemnych detektorów promieniowania kosmicznego jest fakt, że zazwyczaj pozwalają one badać co najwyżej pojedyncze kaskady cząstek wtórnych w atmosferze, na dodatek wyłącznie w zakresie energii i typu cząstek, do których rejestracji zostały zaprojektowane. Lecz wielkie pęki atmosferyczne to zjawiska o charakterze lokalnym. Wiedza o nich samych nie pozwala na badanie zjawisk i korelacji potencjalnie występujących w całym strumieniu cząstek napływających ku Ziemi z otchłani kosmosu.

Projekt CREDO to jakościowo nowa metoda zdobywania wiedzy o promieniowaniu kosmicznym. Główna idea polega tu nie na tworzeniu nowej, gigantycznej i niezwykle kosztownej infrastruktury detekcyjnej, lecz na umiejętnym łączeniu danych zbieranych przez już istniejące detektory, rejestrowanych różnymi metodami i dotyczących różnych typów promieniowania, w różnych zakresach energii.

CREDO nie ogranicza się jednak do gromadzenia i przetwarzania danych napływających wyłącznie z detektorów przystosowanych do rejestrowania promieniowania kosmicznego, takich jak aparatura wspomnianego Pierre Auger Observatory. W astronomii rejestruje się na przykład obrazy nawet przy zasłoniętym obiektywie teleskopu. Celem jest tu identyfikacja źle działających pikseli w matrycach cyfrowych detektorów. Zdarza się jednak, że na tak otrzymanych ciemnych klatkach widać jasne punkty w miejscach, gdzie przez matrycę detektora przeszła cząstka promieniowania kosmicznego. Tym samym coś, co przez jednych obserwatorów było do tej pory traktowane jako niechciany lub wręcz uciążliwy szum, w projekcie CREDO może się stać wartościowym źródłem informacji, zwiększającym rzetelność badań nad fundamentalnymi właściwościami Wszechświata.

Innym źródłem danych dla CREDO mogą być specjalizowane detektory mionów, eksploatowane w ośrodkach akceleratorowych w celu rejestrowania cząstek produkowanych w zderzeniach (np. przy eksperymentach w akceleratorach LHC i Tevatron) oraz scyntylatory i fotopowielacze, montowane w dużej liczbie w obserwatoriach zaprojektowanych z myślą o detekcji neutrin (np. ICECUBE, Super-Kamiokande) czy potencjalnych cząstek ciemnej materii (DAMA, XENON1T).

Chmurę detektorów CREDO tworzą nie tylko kosztowne, specjalizowane detektory z dużych eksperymentów naukowych. Jej istotnym elementem są znacznie prostsze detektory, których siłą nie jest czułość czy precyzja, lecz po prostu liczba. Mowa tu zwłaszcza o matrycach CMOS aparatów fotograficznych montowanych w smartfonach – urządzeniach produkowanych na naprawdę masową skalę. Matryce te z pewnością nie są idealnymi detektorami cząstek promieniowania kosmicznego, choćby z uwagi na fakt, że mają bardzo małe rozmiary, sięgające zaledwie ułamków centymetra kwadratowego. Jednak nie ma dziś praktycznie zakątka globu, w którym nie byłoby smartfonów.

Aby stać się detektorem cząstek promieniowania kosmicznego, smartfon musi po prostu wykonywać zdjęcia przy zasłoniętym obiektywie aparatu fotograficznego. Po wstępnym przetworzeniu, obrazy z wykrytymi śladami cząstek są przesyłane do wspólnej bazy. Na smartfonach z systemem operacyjnym Android wszystkie te operacje przeprowadza aplikacja CREDO Detector, stworzona w IFJ PAN. Obecnie nadzór nad jej utrzymaniem i rozbudową sprawuje Politechnika Krakowska. Zgromadzone dane (w tym pochodzące także z detektorów profesjonalnych) są przetwarzane przez Akademickie Centrum Komputerowe CYFRONET Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Smartfony nie pozwalają na łatwe gromadzenie wartościowych danych o wielkich pękach atmosferycznych – to wymagałoby ich nierealistycznie dużego zagęszczenia. Na szczęście duże rozproszenie geograficzne w połączeniu z ogromną liczbą detektorów umożliwia śledzenie innego zjawiska: korelacji czasowych między cząstkami zarejestrowanymi przez matryce poszczególnych smartfonów. Okazuje się, że korelacje te mogą nieść wartościową informację o całych zespołach promieni kosmicznych, napływających z głębi kosmosu ku naszej planecie.

Specyfika projektu powoduje, że struktura sieci detektorów CREDO jest niezwykle dynamiczna. Indywidualni użytkownicy przyłączają i odłączają swoje smartfony praktycznie w każdej sekundzie. Co więcej, w dowolnym momencie infrastruktura wchodząca w skład projektu może zostać bez problemów rozbudowana o kolejne sieci niedrogich, dedykowanych detektorów, prowadzone przez pasjonatów bądź studentów, albo o w pełni profesjonalne detektory działające przy najbardziej wyrafinowanych eksperymentach naukowych świata.

Dane napływające z chmury rozproszonych po całym globie, znacznie zróżnicowanych detektorów otwierają przed CREDO jakościowo nowe możliwości badawcze. Po raz pierwszy pojawia się możliwość monitorowania globalnych zmian w strumieniu promieniowania kosmicznego docierającego do naszej planety. Umiejętnie wykorzystana, wiedza ta może pomóc w rozwikłaniu wielu zagadek związanych z fundamentalnymi cechami naszej fizycznej rzeczywistości.