

Rewolucja w teledetekcji trwa

Teledetekcja, prognozowanie pogody i nauka o klimacie przechodzą drastyczne zmiany. Nanosatelity, których wyprodukowanie i uruchomienie kosztuje znacznie mniej niż satelitów tradycyjnych, potrafią teraz gromadzić ogromne ilości niezwykle dokładnych danych atmosferycznych za pomocą techniki zwanej okultacją radiową. Ta metoda pozyskiwania danych wykorzystuje GPS do monitorowania wszelkiego rodzaju parametrów między powierzchnią ziemi a górną warstwą stratosfery – począwszy od refrakcji atmosferycznej, poprzez wilgotność, aż po ciśnienie i temperaturę.

Pionierem w tym zakresie jest dr Thomas Yunck, czołowy ekspert GPS oraz założyciel, prezes i dyrektor technologiczny w firmie GeoOptics.



Rys. 1. GeoOptics wprowadza do przestrzeni kosmicznej konstelację nanosatelitów. Sygnały radiowe zbierane przez te satelity pozwalają uzyskać rozdzielczość pionową od 100 do 500 metrów.

To wielka rewolucja, powiedział Yunck, który w 1979 roku po raz pierwszy zbadał możliwości wykorzystania GPS dla celów naukowych. Pracował wtedy jako inżynier w Jet Propulsion Laboratory (JPL) w NASA. W roku 1988 przedstawił pierwszą propozycję wykorzystania sygnałów GPS do pomiaru atmosfery ziemskiej z kosmosu. Od tamtej pory jest mocno zaangażowany w rozwój i weryfikację tej technologii.

Jest to przełomowa technologia, która mogłaby zastąpić tradycyjny, powolny sposób gromadzenia danych pogodowych o wysokiej rozdzielczości – powiedział Lawrie Jordan, dyrektor Esri do spraw zobrażeń i teledetekcji.

Idealne rozwiązanie wielu problemów

Czterdzieści lat temu, kiedy GPS był całkiem nowy, Yunck zastanawiał się, jak wykorzystać tę technologię dla potrzeb nauki.

W JPL używaliśmy GPS do nawigowania w kosmosie, dlatego badaliśmy możliwości jego wykorzystania do tych potrzeb – wspominał Yunck.

Po przestudiowaniu GPS, co trwało około dwóch tygodni, napisał skromny raport stwierdzający, że jest to obiecująca technologia przyszłości.

Nie wiedziałem, że pewnego dnia pochłonie to moje życie – powiedział. W miarę upływu czasu odkryliśmy, że GPS to idealne rozwiązanie wielu problemów: nawigacji statkiem kosmicznym, określania lokalizacji punktów na powierzchni terenu, określania ruchu obrotowego Ziemi i wielu innych. Wszystko to można bardzo skutecznie rozwiązać za pomocą GPS.

W latach osiemdziesiątych Yunck i jego koledzy z JPL opracowali szereg precyzyjnych technik wykorzystywania GPS do kartowania powierzchni oceanu i pomiaru ruchów płyt tektonicznych, czego wcześniej nie obserwowano. Zakres wykorzystania GPS rozszerzył się jeszcze bardziej w latach

dziewięćdziesiątych, a Yunck opracowywał nowe sposoby korzystania z tej technologii.

Przyszło mi do głowy, że możemy korzystać z odbiorników GPS umieszczonych na satelitach, aby obserwować sygnały GPS przechodzące przez atmosferę – powiedział. Gdybyśmy mogli skierować anteny na satelity znajdujące się nad horyzontem, moglibyśmy obserwować, jak sygnały rozchodzą się w atmosferze, a także moglibyśmy obserwować samą atmosferę. Był to całkiem nowy pomysł na wykorzystanie GPS.

Mogłaby to być również zupełnie inna metoda pomiaru atmosfery, prowadzącą do bardziej precyzyjnego prognozowania pogody i wykonywania badań dotyczących zmian klimatycznych.

NASA sfinansowała wczesne etapy rozwijania tego pomysłu, co doprowadziło do zapoczątkowania nowej, ogólnoswiatowej dyscypliny – okultacji radiowej. Jest to przełomowa technologia, szczególnie teraz.

Miniaturyzacja urządzeń i zmiana paradygmatu

Podczas gdy Yunck wraz z zespołem z JPL rozwijali okultację radiową, urządzenia stawały się coraz mniejsze.

Obecnie telefon komórkowy jest w zasadzie tym, czym 20 lat temu był super komputer, zajmujący cały pokój – powiedział Yunck. Telefony komórkowe, komputery i inne urządzenia konsumenckie, takie jak płaskie telewizory, stały się znacznie mniejsze i/lub tańsze.

Obecnie ta sama technologia, która ułatwiła zmniejszanie się urządzeń konsumenckich, umożliwia zbudowanie satelitów o potężnych możliwościach, ważących nie więcej niż 10 kilogramów, mających objętość 6 litrów. Ich budowa kosztuje poniżej 1 miliona, a wystrzelenie – kilkaset tysięcy dolarów.

Jest to taki rodzaj technologii, która pozwala miniaturyzować statki kosmiczne, które w przeszłości były tak duże jak

autobusy, czy minivany, i których koszty budowy sięgały miliarda dolarów – wyjaśnił Yunck.

Przemysł kosmiczny bardzo wolno nadąża za miniaturyzacją, głównie dlatego, że nad wszystkimi etapami pozyskiwania danych w przestrzeni kosmicznej kontrolę zawsze sprawowały agencje rządowe – począwszy od opracowywania technologii i wprowadzania urządzeń na orbitę, po gromadzenie danych i korzystanie z nich.

W 2005 roku Yunck zdał sobie sprawę, że do realizacji rewolucji, którą tak usilnie wspierał, konieczny jest udział czynników zewnętrznych. Pozyskał do współpracy kilku kolegów i założył GeoOptics – małą, prywatną firmę z siedzibą w Pasadenie w Kalifornii. Jednym z jego pierwszych zwolenników był założyciel i prezes Esri, Jack Dangermond.

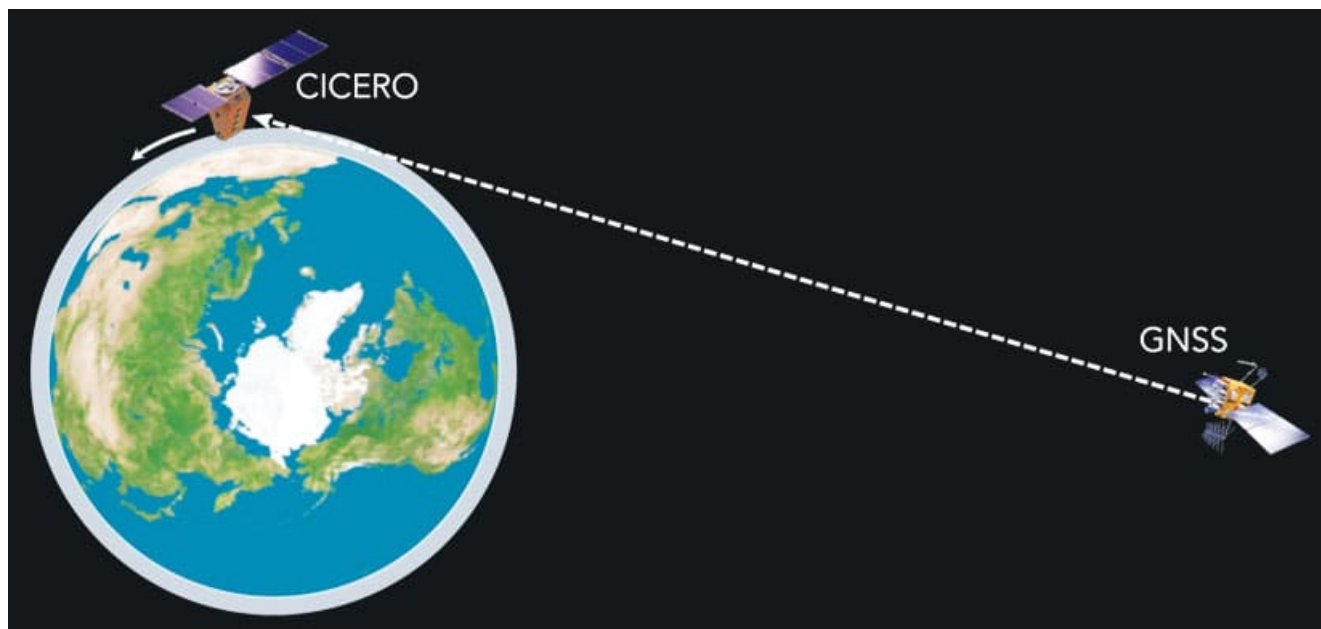
Obalamy kilkudziesięcioletni paradygmat instalowania w przestrzeni kosmicznej wielu urządzeń będących własnością rządową i przechodzimy na urządzenia prywatne, które są wykorzystywane przez małe firmy gromadzące, generujące i dostarczające dane administracjom rządowym – powiedział Yunck. Przez następne 10 – 15 lat zmieni się wszystko, co dotyczy teledetekcji.

Znacznie dokładniejsze dane o atmosferze

Od momentu powstania GeoOptics boryka się z pewnymi trudnościami technologicznymi i finansowymi. Ale firma ma teraz trzy działające nanosatelity na orbicie, a w listopadzie 2018 roku podpisała umowy na dostarczanie do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) i do US Air Force danych dotyczących okultacji radiowej o jakości wystarczającej do badań naukowych.

W ciągu ostatnich kilku lat agencje te zaakceptowały koncepcję kupowania danych od prywatnej firmy, ponieważ jest to dla nich o wiele bardziej opłacalne, powiedział Yunck.

Yunck i jego zespół zamierzają umieścić grupę satelitów w kosmosie współpracując z innym startupem z południowej Kalifornii, firmą Tyvak, która buduje nanosatelity. Ma to być konstelacja CICERO (Community Initiative for Continuous Earth Remote Observation).



Rys. 2. Sygnały radiowe pochodzą z satelitów GNSS (Global Navigation Satellite System) umieszczonych na bardzo dużej wysokości. Przechodzą przez atmosferę i są odbierane przez satelity CICERO umieszczone dużo bliżej Ziemi. Gdy satelity CICERO poruszając się po orbicie, obserwują, jak sygnał radiowy – przed zaniknięciem – przechodzi z górnych warstw atmosfery do powierzchni Ziemi.

Spodziewam się, że w ciągu 10 lat będziemy mieli ponad 100 satelitów. To zmieni świat – powiedział Yunck.

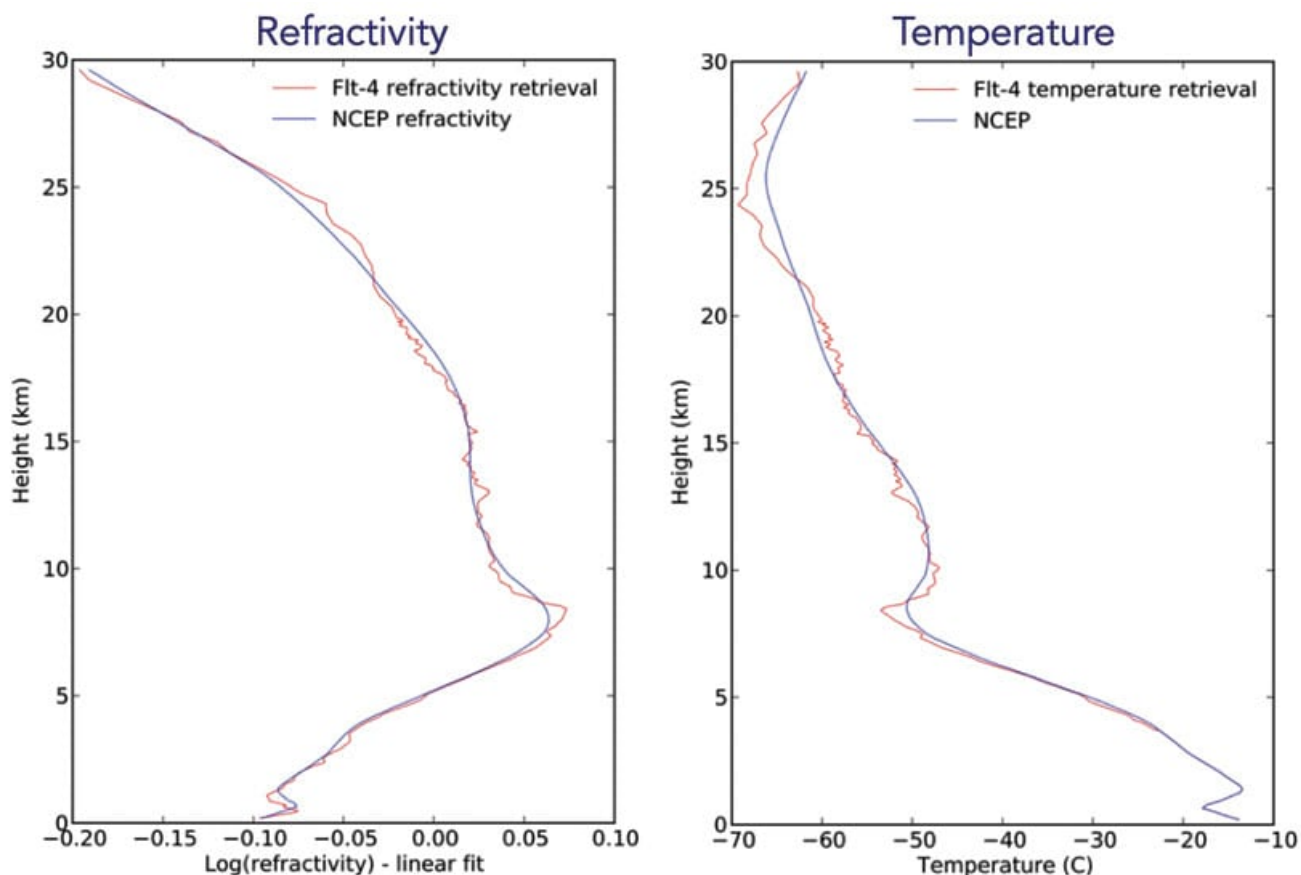
Według Yuncka nanosatelity, wykorzystując okultację radiową, generują lepsze dane niż typowe satelity. Zbierają one aktywne sygnały radiowe przechodzące przez atmosferę w celu wykrycia refrakcji atmosferycznej. Pozwala to naukowcom analizować gęstość atmosfery, ciśnienie, temperaturę i wilgotność. Korzystając z tych danych można również uzyskiwać informacje o wiatrach wiejących na dużych wysokościach.

Sygnał radiowy odebrany przez satelitę CICERO przechodzi od powierzchni Ziemi do górnych warstw atmosfery w ciągu około 60 sekund, co pozwala uzyskać rozdzielczość pionową od 100 do 500 metrów. Umożliwia to analizowanie ponad 150 poziomów atmosfery – znacznie więcej niż umożliwiają to większe instrumenty, takie jak radiometry, które zazwyczaj mierzą jedynie od 6 do 10 poziomów.

To dane o bardzo wysokiej rozdzielczości i wysokiej częstotliwości – powiedział Jordan. Są one o wiele bardziej dokładne, dzięki czemu poprawi się jakość opracowywanych prognoz pogody.

Satelity te będą miały bezpośredni wpływ na wszystkie rodzaje prognoz pogody, takie jak prognozy na 1 do 15 dni, prognozy sezonowe i długoterminowe prognozy klimatyczne oraz na prognozy zagrożenia burzowego – powiedział Yunck.

Na przykład podczas monitorowania huraganu kluczowe znaczenie dla określenia, dokąd zmierza tropikalna burza i z jaką siłą uderzy w ląd ma znajomość ciśnienia atmosferycznego i poziomu wilgotności. Dokładniejsze dane pozwolą synoptykom opracowywać bardziej szczegółowe prognozy z większym wyprzedzeniem.



Rys. 3. Czerwona linia pokazuje pomiary atmosferyczne wykonane przez satelity CICERO, a niebieska odzwierciedla model danych wykorzystywany przez NOAA. Obie linie zasadniczo pasują do siebie, ale pomiary wykonane przez nanosatelity są znacznie bardziej szczegółowe i precyzyjne.

Jest to również bardziej przydatne do oceny, jak wzorce pogody zmieniają się w czasie – czyli do oceny zmian klimatu. Obecnie wskaźniki rosnących temperatur na całym świecie pochodzą z pomiarów wykonanych na powierzchni Ziemi. Chociaż jest to przydatne, Yunck mówi, że potrzebna jest także wiedza o tym, co dzieje się w atmosferze. Uzyskanie jej jest znacznie trudniejsze. Ale nanosatelity wykorzystujące okultację radiową mogą wykonać wiele atmosferycznych pomiarów trójwymiarowych, które, jak mówi Yunck, mają w tym przypadku kluczowe znaczenie. *Nasza technika jest tak precyzyjna, że wykonane z jej użyciem pomiary temperatury w atmosferze są co najmniej 20 razy dokładniejsze niż wyniki uzyskane z wykorzystaniem jakiegokolwiek innej, znanej techniki kosmicznej – powiedział Yunck. Do tej pory jest to jedyna technika, która pozwala*

obserwować globalne ocieplenie w krótkim okresie – w ciągu kilku miesięcy lub kilku lat, w przeciwieństwie do okresów 5, 10, czy 20 lat.

Prezent dla użytkowników Esri

Być może już w 2019 roku Yunck udostępni te trójwymiarowe dane atmosferyczne użytkownikom Esri. Pozwoli to uzyskać zupełnie nowy wymiar danych: pionowy przekrój atmosfery – powiedział Yunck. Okultacja radiowa nigdy nie była dostępna dla tego rodzaju użytkowników. Pozwoli ona rozszerzyć wykorzystanie danych klimatycznych i przejść od danych pozyskiwanych na powierzchni Ziemi do danych pozyskiwanych w atmosferze i dalej, w przestrzeni kosmicznej. Chociaż szczegóły wymagają jeszcze dopracowania, Esri także podchodzi entuzjastycznie do tej propozycji. Chcielibyśmy, aby te dane były przesyłane bezpośrednio do ArcGIS Online – powiedział Jordan. Stanowiłyby one niezwykle uzupełnienie ArcGIS Living Atlas of the World.

Jeśli GeoOptics mogłoby dostarczać dane nie tylko z dnia na dzień, jak obecnie dostarcza je do NOAA, ale co godzinę lub co kilka godzin, co, jak twierdzi Yunck, jest całkiem możliwe, użytkownicy otrzymywaliby szybciej więcej danych atmosferycznych niż miało to miejsce kiedykolwiek wcześniej.

Tekst opracowany na podstawie materiału z ArcNews.