

Warszawa, 10 sierpnia 2016

Bezpieczniej w powietrzu: Dane nawigacyjne z samolotów pozwolą uniknąć turbulencji

Wykrywanie turbulencji pozostaje piętą achillesową współczesnego lotnictwa. Najtańszą i nadal najczęściej stosowaną metodą są subiektywne i nierzadko bardzo niedokładne raporty pilotów. Na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego zademonstrowano sposób znacznie szybszy i precyzyjniejszy: detekcję turbulencji na podstawie danych standardowo przesyłanych z pokładów samolotów komercyjnych linii lotniczych.

Każdy, kto w samolocie pasażerskim doświadczył turbulencji, doskonale wie, że nie jest to przeżycie ani miłe, ani szczególnie bezpieczne. Mimo rozwoju techniki, wykrywanie tych groźnych zjawisk atmosferycznych wciąż jest dalekie od doskonałości. Wszystko wskazuje jednak na to, że dane pozwalające omijać obszary turbulencji, a nawet przewidywać ich występowanie, są już rejestrowane rutynowo – i to od wielu lat! Jacek Kopeć, doktorant z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (FUW) oraz pracownik Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego UW, wydobył te cenne informacje z parametrów lotu standardowo wysyłanych przez transpondery zainstalowane na pokładach większości nowoczesnych samolotów komercyjnych. Nowa metoda detekcji turbulencji okazała się tak oryginalna i potencjalnie łatwa do szybkiego wprowadzenia na szeroką skalę, że opisujący ją artykuł został wyróżniony przez redakcję czasopisma „Atmospheric Measurement Techniques”.

„Dzisiejsze samoloty komercyjne latają na wysokościach 10-15 km, gdzie temperatura spada do -60 stopni Celsjusza. Warunki do pomiarów parametrów atmosfery są bardzo trudne i to tłumaczy, dlaczego nie prowadzi się ich ani systematycznie, ani na szeroką skalę. Brak dostatecznie dokładnych i aktualnych danych nie tylko powoduje, że samoloty i ich pasażerowie są wystawiani na niebezpieczeństwo, ale także ogranicza rozwój teorii i narzędzi służących do przewidywania turbulencji”, mówi Jacek Kopeć.

Obecnie podstawową metodą gromadzenia danych o turbulencjach jest PIREP, czyli raporty pilotów przekazywane drogą radiową i propagowane przez kontrolera ruchu do pilotów innych samolotów. Z uwagi na subiektywność ocen, tak zebrane dane są obarczone znacznymi niedokładnościami: zarówno miejsce wystąpienia turbulencji, jak i jej intensywność, często są raportowane błędnie. Bardziej precyzyjnych danych dostarczają specjalne samoloty AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay). Jednak z uwagi na koszty, dane gromadzone na wysokościach przelotowych są wysyłane stosunkowo rzadko, co w praktyce uniemożliwia ich użycie do detekcji i prognozowania turbulencji.

Samoloty pasażerskie są wyposażone w czujniki rejestrujące wiele parametrów lotu. Niestety, większość danych nie jest upubliczniana, a powszechnie dostępna reszta zawiera tylko najbardziej podstawowe informacje, takie jak położenie samolotu (transmisje w trybie ADS-B; na ich podstawie działa m.in. popularny serwis FlightRadar24) czy jego prędkość względem ziemi oraz powietrza (dane z trybu Mode-S). Tymczasem wykrycie turbulencji wymagał wiedzy o przyspieszeniu doznawanym przez samolot w kierunku pionowym.

„Przyspieszenia pionowe są najdotkliwiej odczuwane zarówno przez pasażerów, jak i sam samolot”, tłumaczy Jacek Kopeć i kontynuuje: „Niestety, akurat do materiałów o przyspieszeniach pionowych nie ma dostępu. Postanowiliśmy więc sprawdzić, czy nie można byłoby tych informacji wywnioskować z innych parametrów lotu, dostępnych w transmisjach Mode-S i ADS-B. Skorzystaliśmy z faktu, że samolot wykonujący pomiary na potrzeby projektu, w którym uczestniczyłem, był wyposażony w odpowiedni transponder. Dzięki zbiegowi okoliczności transmisje z transpondera zostały nagrane przez naszego współautora, Siebrena de Haana z Royal Netherlands Meteorological Institute w Holandii”, wyjaśnia Jacek Kopeć.

Naukowcy z F UW przetestowali trzy algorytmy wykrywania turbulencji. Pierwszy bazował na informacjach o położeniu samolotu (transmisje ADS-B). Wstępne testy i ich porównanie z parametrami zarejestrowanymi przez znajdujący się w tym samym rejonie przestrzeni powietrznej samolot pomiarowy nie przyniosły jednak zadowalających rezultatów. Dwa pozostałe algorytmy korzystały – każdy w nieco inny sposób – z napływających co cztery sekundy parametrów transmitowanych w trybie Mode-S. W jednym podejściu do ich analizy użyto standardowej teorii turbulencji, w drugim zaadaptowano metodę wyznaczania intensywności turbulencji stosowaną dotychczas w pomiarach turbulencji w poszyciach leśnych, w bardzo małych skalach. Okazało się, że po wyznaczeniu prędkości wiatru w pobliżu samolotu i analizie jej zmian w kolejnych odczytach, za pomocą obu podejść teoretycznych można wyznaczać lokalizację obszarów turbulencji z dokładnością do 20 km. Taką odległość samoloty pasażerskie pokonują w ok. 100 sekund, zatem osiągnięta dokładność pozwalałaby pilotom podjąć skuteczny manewr omijania.

System detekcji turbulencji, opracowany w Instytucie Geofizyki F UW, nie wymaga żadnych znaczących inwestycji w infrastrukturę lotniczą: do jego działania wystarczy odpowiedni program i komputer w prosty sposób podłączony do aparatury odbierającej dane Mode-S z transponderów samolotów, należącej do standardowego wyposażenia instytucji zajmujących się nadzorem ruchu lotniczego w Europie. Rolę czujników w tak skonstruowanym systemie pełnią same samoloty pasażerskie, które nad Europą tworzą gęstą sieć punktów pomiarowych.

„W najbliższych miesiącach czeka nas jeszcze praca nad udoskonalaniem oprogramowania. Najważniejsze mamy jednak już za sobą: udowodniliśmy, że zaproponowana przez nas metoda detekcji turbulencji rzeczywiście działa i jest w stanie dostarczać informacji pozwalających pilotom ominąć niebezpieczne obszary atmosfery. Detekcja turbulencji pozwoli też udoskonalic metody prognoz lotniczych”, podkreśla prof. dr hab. Szymon Malinowski (F UW), promotor pracy doktorskiej Jacka Kopcia i współautor publikacji.

Prace nad systemem detekcji turbulencji zrealizowano w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki. Samolotowa kampania pomiarowa, która stanowiła źródło danych do badań, została sfinansowana z VII Programu Ramowego Unii Europejskiej.

Fizyka i astronomia na Uniwersytecie Warszawskim pojawiły się w 1816 roku w ramach ówczesnego Wydziału Filozofii. W roku 1825 powstało Obserwatorium Astronomiczne. Obecnie w skład Wydziału Fizyki UW wchodzi Instytut: Fizyki Doświadczalnej, Fizyki Teoretycznej, Geofizyki, Katedra Metod Matematycznych oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ok. 200 nauczycieli akademickich, wśród których jest 88 pracowników z tytułem profesora. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ok. 1000 studentów i ponad 170 doktorantów.

PUBLIKACJE NAUKOWE:

„Retrieving atmospheric turbulence information from regular commercial aircraft using Mode-S and ADS-B”;
J. M. Kopeć, K. Kwiatkowski, S. de Haan, Sz. P. Malinowski; Atmospheric Measurement Techniques, 9, 2253-2265, 2016;
DOI:10.5194/amt-9-2253-2016

KONTAKT:

prof. dr hab. **Szymon Malinowski**
Instytut Geofizyki Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
tel. +48 22 5546860
email: malina@fuw.edu.pl

mgr **Jacek Kopeć**
Instytut Geofizyki Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego
tel. +48 22 8749145
email: jkopec@icm.edu.pl

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.fuw.edu.pl/>
Strona Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

<http://www.fuw.edu.pl/informacje-prasowe.html>
Serwis prasowy Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

FUW160810b_fot01s.jpg

HR: http://www.fuw.edu.pl/press/images/2016/FUW160810b_fot01.jpg

Naukowcy z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego zademonstrowali nową metodę szybkiej i precyzyjnej detekcji turbulencji na podstawie danych standardowo wysyłanych przez samoloty komercyjne. (Źródło: FUW, jch)