



Warszawa, 18 kwietnia 2018

## ***Pszczoly i kukułki przyniosą oszczędności... liniom lotniczym***

*Trasy przelotów samolotów pasażerskich na ogół są dobrze ustalone. W praktyce czynniki nieprzewidziane, głównie związane z pogodą, często zmuszają pilotów do nakładania drogi. Polsko-kolumbijski zespół naukowców i inżynierów, zainspirowany zachowaniem owadów i ptaków, opracował oprogramowanie pozwalające w czasie rzeczywistym racjonalnie modyfikować trasy przelotów. W rezultacie udało się doprowadzić do wymiernych oszczędności, zarówno finansowych, jak i w zakresie ochrony środowiska.*

Zweryfikowane przez miliony lat ewolucji cechy świata ożywionego już nie raz były inspiracją dla ludzi nauki. Nie inaczej było w przypadku naukowców i inżynierów z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie oraz Universidad Cooperativa de Colombia (UCC). Zespół postanowił wykorzystać swą interdyscyplinarną wiedzę do zoptymalizowania tras przelotów samolotów. Celem było obniżenie emisji gazów cieplarnianych, zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska hałasem oraz redukcja kosztów eksploatacji maszyn. Zadanie zrealizowano dzięki algorytmom odwzorowującym charakterystyczne cechy zachowania... pszczoł i kukułek.

„W Warszawie zajmujemy się przede wszystkim katalizą. Ostatnio się okazało, że w analizie zagadnień katalitycznych mogą znaleźć zastosowanie metody inspirowane rozwiązaniami spotykanymi w przyrodzie ożywionej”, wyjaśnia dr hab. inż. Juan Carlos Colmenares, prof. IChF PAN. „Zainteresowało nas, czy moglibyśmy użyć naszej wiedzy do zoptymalizowania spalania paliwa w silnikach samolotowych. Z partnerami z Kolumbii zaczęliśmy prace od jednego modułu, ale program zaczął się szybko rozrastać o kolejne, uwzględniające coraz to inne czynniki wpływające na kształt tras przelotów”.

Rozwijane od trzech lat oprogramowanie przygotowano pod kątem wytyczania optymalnych tras przelotu dla krótkozasięgowych samolotów wyposażonych w silniki turbowentylatorowe o stałej objętości spalania. Wewnątrz tej grupy każdy typ samolotu jest reprezentowany przez odpowiedni zestaw parametrów. W przyszłości badacze planują rozbudować oprogramowanie o algorytmy i dane uwzględniające specyficzne cechy samolotów z silnikami innych typów. Oprogramowanie już teraz uwzględnia cały szereg parametrów, związanych nie tylko z rodzajem stosowanego paliwa, wydajnością pracy silników czy aerodynamiką, ale także z pierwotnie zakładanymi kształtami tras przelotów, profilami wznoszenia i opadania, długością pasów startowych na lotniskach i lokalną topografią. Optymalizowaniem oddziaływania na środowisko zajmują się moduły dotyczące emisji

zanieczyszczeń chemicznych i hałasu. Pakiet spełnia naturalnie normy bezpieczeństwa narzucone przez International Civil Aviation Organization (ICAO).

Sercem oprogramowania są dwa algorytmy wyszukiwania potencjalnych dróg przelotów. Podstawowy algorytm korzysta z zasad widocznych w przyrodzie w stadnych ruchach zwierząt, zwłaszcza w ławicach ryb czy rojach pszczoł. Każdy osobnik w stadzie decyduje o kolejnym ruchu na podstawie dotychczasowej wiedzy o najlepszych miejscach odwiedzonych przez siebie oraz przez inne osobniki stada, uwzględnia także bezwładność swojego ruchu. W pakiecie optymalizującym trasy przelotów „pszczołami” są różne punkty w otoczeniu samolotu, przy czym każdy z nich jest traktowany jak odrębny osobnik penetrujący okolicę. Algorytm zaczyna pracę od „roju” punktów poruszających się w otoczeniu samolotu. W kolejnych iteracjach algorytmu „pszczoły” zaczynają grupować się wokół miejsca w danym momencie najbardziej optymalnego i to ono jest uznawane za kolejny etap trasy lotu. Drugi algorytm wyszukiwania następnego etapu lotu naśladuje zachowanie kukułki, ptaka podrzucającego swoje jaja do cudzych gniazd. Trasy zaprojektowane z użyciem algorytmu kukułki charakteryzują się długimi i prostymi odcinkami, gwałtownie zakręcającymi o 90 stopni.

„Ogromną zaletą opracowanego przez nas oprogramowania jest fakt, że pracuje ono w czasie rzeczywistym. W rezultacie kontroler lotu wraz z pilotem otrzymują podpowiedzi na bieżąco. Nie tylko mogą podjąć decyzję szybko, ale także świadomie, raz wybierając drogę nieco bardziej ryzykowną, za to oszczędniejszą, innym razem decydując się na trasę maksymalnie bezpieczną, lecz nieco dłuższą”, podkreśla prof. Colmenares.

W celu przetestowania oprogramowania naukowcy przeanalizowali efektywność jego przewidywań w odniesieniu do popularnych samolotów Airbus A320 z silnikami CFM56-5, obsługujących trasy liczące ok. 350 km, przy typowych parametrach lotów (prędkość przelotowa 828 km/h, pułap 39370 stóp itp.). Z przeprowadzonych symulacji wynika, że w sytuacjach niekonwencjonalnych trasy proponowane przez oprogramowanie były średnio o ok. 11 km krótsze od typowych alternatywnych, wytyczanych w klasyczny sposób na podstawie planu lotu. Ostatecznie optymalizacja pozwoliła zredukować łączne koszty operacyjne jednej maszyny o 1,16%.

„Zysk na poziomie niewiele większym od procenta nie wygląda na szczególnie wielki. Nasze symulacje pokazują jednak, że nawet w przypadku jednego, za to często eksploatowanego samolotu oszczędności w skali roku mogą sięgać setek tysięcy dolarów. A przecież nasze oprogramowanie dopiero się rozbudowuje i samo nie jest jeszcze w pełni zoptymalizowane! W przyszłości będzie więc można się spodziewać nieco większych oszczędności niż prognozowane obecnie, jednak nie należy tu spodziewać się już cudów”, mówi dr inż. Ramón Fernando Colmenares-Quintero, prof. UCC.

W najbliższych latach poszczególne części pakietu optymalizującego trasy przelotów samolotów będą udoskonalane, a sam pakiet zostanie rozbudowywany o kolejne moduły. Polsko-kolumbijskie prace badawcze nad opisanymi tu zagadnieniami są finansowane ze środków Universidad Cooperativa de Colombia (projekt nr 1510) przy wsparciu kolumbijskiego Instituto Tecnológico Metropolitano.

Informacja prasowa inspirowana europejskim grantem Create (ERA Chair w ramach programu Horizon 2020).

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

## **KONTAKT:**

dr hab. inż. **Juan Carlos Colmenares**  
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie  
tel.: +48 22 3433215  
email: [jcarloscolmenares@ichf.edu.pl](mailto:jcarloscolmenares@ichf.edu.pl)

dr inż. **Ramón Fernando Colmenares-Quintero**  
Universidad Cooperativa de Colombia, Medellín, Colombia  
e-mail: [ramon.colmenaresq@campusucc.edu.co](mailto:ramon.colmenaresq@campusucc.edu.co)

## **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

1. „Route planning in real time for short-range aircraft with a constant-volume-combustorgeared turbofan to minimize operating costs by particle swarm optimization”  
R. F. Colmenares-Quintero, G. D. Góez-Sánchez, J. C. Colmenares-Quintero  
Cogent Engineering (2018), 5: 1429984  
DOI: 10.1080/23311916.2018.1429984

## **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<http://www.ucc.edu.co/>  
Strona Universidad Cooperativa de Colombia.

<http://www.ichf.edu.pl/>  
Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>  
Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

<http://www.ichfdlafirm.pl/>  
Oferta Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

## **MATERIAŁY GRAFICZNE:**

**ICHF180418b\_fot01s.jpg**

**HR:** [http://ichf.edu.pl/press/2018/04/ICHF180418b\\_fot01.jpg](http://ichf.edu.pl/press/2018/04/ICHF180418b_fot01.jpg)

Współpraca warszawskich i kolumbijskich naukowców zaowocowała powstaniem oprogramowania do optymalizacji tras przelotów samolotów pasażerskich, w istotnej części inspirowanego społecznymi zachowaniami owadów i ptaków. Zdjęcie dzięki uprzejmości AirPoint Flight Simulator Experience. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)