

ZESTAW RODZINNY - DLA DZIECKA

Samoloty, które mówią

Opowieść w sześciu rozdziałach o sekrecie, który dzieje się tuż nad twoim domem, właśnie teraz. Przeczytaj ją z dorosłym i po drodze wypróbuj to, co jest w ramkach.

Nauka - <https://radar.dataero.eu/pl/learning/family/child> 2026-10-22

SPIS TREŚCI

ROZDZIAŁ 1 Niebo jest pełne, a nikt tego nie widzi

ROZDZIAŁ 2 Grzmot, błyskawica i skąd samolot wie, gdzie jest

ROZDZIAŁ 3 Wiadomość: co samolot mówi dwa razy na sekundę

ROZDZIAŁ 4 Kolor, którego twoje oczy nie widzą

ROZDZIAŁ 5 Metalowe uszy i dlaczego ważne jest, że Ziemia jest okrągła

ROZDZIAŁ 6 Wiele uszu tworzy jedną mapę

Wszystko jasne? Trzy pytania

KONIEC OPOWIEŚCI Czy ty też możesz mieć metalowe uszy?

ROZDZIAŁ 1

Niebo jest pełne, a nikt tego nie widzi

Podejdź do okna i spójrz w górę. Może zobaczysz samolot - maleńki błysk z białą smugą za sobą. A może nie zobaczysz żadnego. Ale oto sekret: nad twoim miastem prawie zawsze leci jakiś samolot. Zwykle kilka. Są tak wysoko - dziesięć kilometrów, czyli dziesięć tysięcy metrów, wyżej niż jakakolwiek góra w Europie - że ledwo je widać, a ludzie w samolotach też ledwo widzą się nawzajem.

I są szybkie. Duży samolot leci tam w górze około 900 kilometrów na godzinę. To 250 metrów w każdej sekundzie. Zanim mrugniesz, przesunie się o długość dwóch boisk piłkarskich. A teraz wyobraź sobie tysiące takich samolotów nad całą Europą, lecących w różne strony, wszystkie naraz, i żaden nie widzi dobrze pozostałych. Ktoś musi pilnować, żeby nigdy nie znalazły się za blisko siebie. Ten ktoś nazywa się kontroler ruchu lotniczego, a zasada jest taka, że samoloty muszą zawsze być co najmniej trzysta metrów od siebie w górę i w dół - to trzy boiska piłkarskie postawione na sztorc - albo kilka kilometrów od siebie na boki.

Ale jak kontroler, który siedzi w pokoju na ziemi, może wiedzieć, gdzie jest każdy samolot, w każdej sekundzie, skoro samoloty są dziesięć kilometrów w górze i chowają się za chmurami? O tym właśnie jest cała ta opowieść. Odpowiedź jest sprytna i trochę magiczna, tyle że wcale nie jest magią. To nauka, a na końcu zrozumiesz każdy jej kawałek.

Spróbuj: pięciominutowe liczenie

Patrz przez okno przez pięć minut i policz każdy samolot, który zobaczysz albo usłyszysz. Zapisz tę liczbę. Potem poproś dorosłego, żeby otworzył w telefonie mapę samolotów i przybliżył wasze miasto. Policz samoloty na mapie. Było ich więcej, niż naliczyłeś? Prawie zawsze tak jest. Każdy z tych samolotów na mapie robi to, o czym jest rozdział 2.

ROZDZIAŁ 2

Grzmot, błyskawica i skąd samolot wie, gdzie jest

Liczyłeś kiedyś sekundy między błyskawicą a grzmotem? Jeśli doliczysz do trzech, burza jest jakiś kilometr stąd. Jeśli do dziewięciu - trzy kilometry. To działa, bo błysk światła dociera do ciebie od razu, ale dźwięk grzmotu jest wolny, a im dalej jest burza, tym dłużej ten dźwięk do ciebie idzie. Czyli **opóźnienie mówi ci, jak daleko**. Zapamiętaj to, bo tej sztuczki używają samoloty.

Wysoko nad samolotami, dużo wyżej, dwadzieścia tysięcy kilometrów w górze, w kosmosie, krąży wokół Ziemi około trzydziestu specjalnych satelitów. Każdy ma w środku zegar tak dokładny, że nie spóźniłby się ani o sekundę przez milion lat. I każdy satelita cały czas woła przez radio: „Jestem satelitą numer dwanaście, jestem dokładnie tutaj, a teraz jest dokładnie ta godzina”. Nie obchodzi go, kto słucha. Po prostu to powtarza.

Samolot słucha. Fale radiowe są bardzo, bardzo szybkie, ale dwadzieścia tysięcy kilometrów to kawał drogi nawet dla nich, więc wołanie satelity dociera do samolotu odrobinę spóźnione, mniej więcej o jedną piętnastą sekundy. Komputer samolotu porównuje godzinę, którą podał satelita, z chwilą, gdy wołanie dotarło. Opóźnienie mówi, jak daleko - zupełnie jak przy grzmocie! Teraz samolot wie, jak daleko jest od satelity numer dwanaście. To samo robi z trzema kolejnymi satelitami. A na całym świecie jest tylko jedno miejsce, które jest w dokładnie odpowiedniej odległości od wszystkich czterech satelitów naraz. Właśnie tam jest samolot. Teraz samolot wie, gdzie jest, z dokładnością do kilku metrów, i obliczył to zupełnie sam.

Zauważ coś: satelity wcale nie widziały samolotu. Nie mają pojęcia, że on tam jest. Po prostu wykrzykują godzinę, jak dzwon kościelny wybijający pełną godzinę, a całe liczenie robi samolot. Mnóstwo ludzi myśli, że satelity obserwują samoloty. Nie obserwują. To samolot słucha satelitów.

Spróbuj: klaśnięcie i latarka

Stań na jednym końcu ogrodu albo długiego pokoju. Twój dorosły staje na drugim końcu i klaszcze. Podnieś rękę w tej samej chwili, w której to usłyszysz. Teraz zróbcie to samo z błyskiem latarki zamiast klaśnięcia. Gdy jesteście daleko od siebie, klaśnięcie dociera odrobinę później, a błysk - od razu. Światło i fale radiowe są tak szybkie, że w domu nie da się zauważyć opóźnienia. Ale satelity są tak daleko, że nawet światło potrzebuje chwili, którą da się zmierzyć, żeby z nich zejść na dół.

ROZDZIAŁ 3

Wiadomość: co samolot mówi dwa razy na sekundę

Samolot wie już więc, gdzie jest. Teraz najsprytniejsza część. Zamiast tego, żeby ludzie na ziemi szukali samolotu, samolot po prostu im **mówi**. W każdym dużym samolocie jest małe radio i mniej więcej dwa razy na sekundę, bez naciskania żadnego guzika, wysyła ono wiadomość. Wiadomość ma cztery części: **kim jestem** (każdy samolot ma swój własny kod, trochę jak tablica rejestracyjna, który zachowuje przez całe życie), **gdzie jestem** (pozycja z satelitów), **jak wysoko jestem i jak szybko lecę i w którą stronę**.

Samolot nie czeka, aż ktoś zapyta. Nie wysyła wiadomości do nikogo konkretnego. Po prostu wykrzykuje ją całemu światu, dwa razy na sekundę, od chwili gdy ruszy, aż znowu zaparkuje. Inne samoloty ją słyszą i dzięki niej trzymają się od siebie z daleka. Słyszą ją kontrolerzy ruchu lotniczego. I, jak dowiesz się w

rozdziale 5, może ją usłyszeć każdy, kto ma odpowiedni rodzaj ucha.

Jak radio może „powiedzieć”, gdzie jest? Nie umie wysyłać słów. Umie robić tylko jedno: wysłać małe impulsy albo go nie wysłać. Więc wiadomość składa się z odpowiedzi „tak” lub „nie”, stu dwunastu pod rząd, a wszyscy umówili się z góry, co każda z nich znaczy. Pierwsze dwadzieścia cztery odpowiedzi „tak” lub „nie” składają się na nazwę samolotu. Dwadzieścia cztery odpowiedzi to może niewiele, ale da się na nie odpowiedzieć na prawie siedemnaście milionów różnych sposobów, a to wystarczy, żeby każdy samolot, jaki kiedykolwiek zbudowano, miał własną nazwę. Wystanie całej wiadomości ze 112 odpowiedzi trwa około jednej dziesięciotysięcznej sekundy. Na końcu są dwadzieścia cztery dodatkowe odpowiedzi, które działają jak sprawdzian: jeśli wiadomość pomieszala się po drodze, na przykład dlatego, że dwa samoloty krzyknęły w tej samej chwili, słuchający to pozna i ją wyrzuci. Nic się nie stało: samolot powie to znowu pół sekundy później.

Spróbuj: bądź samolotem

Rozłóż ręce i lataj po pokoju. Co kilka kroków wypowiadaj na głos swoją wiadomość: „Tu samolot Ziuiu! Jestem obok kanapy! Jestem wysoko! Lecę szybko!”. Twój dorosły jest wieżą kontroli i z kartką papieru rysuje, gdzie jesteś, za każdym razem, gdy się odezwiesz. Potem zamieńcie się. A potem spróbuj mówić wiadomość tylko raz na minutę i zobacz, jak bezużyteczny robi się rysunek wieży. Teraz już wiesz, dlaczego prawdziwe samoloty mówią to dwa razy na sekundę.

ROZDZIAŁ 4

Kolor, którego twoje oczy nie widzą

Wiadomość opuszcza samolot jako **fala radiowa**. A oto coś, co zaskakuje większość dorosłych: fala radiowa to światło. Nie *coś jak* światło. Ona *jest* światłem. To ta sama rzecz, która wychodzi z latarki albo ze Słońca, i pędzi równie szybko: trzysta tysięcy kilometrów w jedną sekundę, czyli siedem razy dookoła całej Ziemi. W każdej sekundzie.

To dlaczego jej nie widzisz? Pomyśl o sznurku. Jeśli potrząsasz jednym końcem powoli, dostajesz duże, leniwe fale. Jeśli potrząsasz szybko - mnóstwo małych, ruchliwych fal. Ze światłem jest tak samo. Czerwone światło drga bardzo szybko; niebieskie drga jeszcze szybciej. Nasze oczy są zbudowane tak, że zauważają tylko wąski zakres szybkości drgań - kolory tęczy. Fale radiowe drgają o wiele za wolno, żeby nasze oczy je zauważyły, choć i tak drgają ponad miliard razy na sekundę. Fale radiowe to więc kolor, bardzo wolny kolor, którego nasze oczy po prostu nie widzą. Psy słyszą gwizdki, których ty nie słyszysz. Pszczoły widzą na kwiatach wzory, których ty nie widzisz. A anteny widzą kolor światła, którego ty nie widzisz.

Ponieważ drga powoli, fala samolotu jest dość długa: od jednej zmarszczki do następnej jest 27 centymetrów, mniej więcej tyle co szkolna linijka. Tysiące takich zmarszczek przechodzą teraz przez twój pokój, od każdego samolotu w promieniu czterystu kilometrów, a ty nie czujesz ani jednej.

Jeszcze jedna bardzo ważna rzecz. Fale radiowe to **nie dźwięk**. Pudełko, które nazywamy „radiem”, wydaje dźwięk, co jest mylące, ale same fale radiowe to ciche światło. Dźwięk to powietrze, które pcha powietrze; jest wolny (około 340 metrów na sekundę, dlatego grzmot przychodzi po błyskawicy) i potrzebuje powietrza, żeby się poruszać. Fale radiowe nie potrzebują niczego: przelatują przez pustą

przestrzeń od satelitów do samolotu, gdzie nie ma powietrza, które mogłoby nieść dźwięk. Ryk silników samolotu to dźwięk i dociera do ciebie długo po tym, jak samolot przeleciał. Wiadomość samolotu to światło i dociera do anteny niemal zanim samolot skończy ją wysyłać.

Spróbuj: sznurek i linijka

Przywiąż skakankę do klamki i potrząsaj drugim końcem. Powoli: duże fale. Szybko: małe fale. Za każdym razem zmierz jedną falę linijką. Potem połóż linijkę na podłodze: fala samolotu jest mniej więcej tak długa, od jednej zmarszczki do następnej. A teraz włącz latarkę i zapytaj, gdzie jest światło. Wszędzie, od razu. Wiadomość samolotu leci dokładnie tak samo.

ROZDZIAŁ 5**Metalowe uszy i dlaczego ważne jest, że Ziemia jest okrągła**

Skoro fale radiowe to kolor, którego nie widzimy, to co go widzi? Kawałek metalu, który nazywa się **antena**. Kiedy fala radiowa przechodzi obok kawałka metalu, sprawia, że elektryczność w metalu kołysze się tam i z powrotem w rytmie fali. To maleńkie kołysanie to właśnie „słyszenie”, a mała maszyna zwana odbiornikiem potrafi z niego odczytać impulsy samolotu. Antena to więc metalowe ucho. I tak jak prawdziwe ucho, ma odpowiedni dla siebie rozmiar: najlepiej słyszy falę samolotu, gdy jest cztery razy krótsza od fali, czyli ma około 7 centymetrów. Dlatego antena do tego celu to mały pręcik, a nie wielka czasza.

Z jak daleka metalowe ucho usłyszy samolot? Można by pomyśleć, że zależy to od tego, jak głośny jest samolot. Trochę tak. Ale ważniejsze jest coś innego, a mianowicie: **Ziemia jest okrągła**. Fale radiowe to światło, światło biegnie w linii prostej i nie przechodzi przez ziemię. Prosta linia od anteny na dachu szybko natrafia więc na krzywiznę Ziemi, a każdy samolot, który jest za tą krzywizną, jest schowany, choćby był nie wiem jak głośny. To dokładnie jak ze statkiem, który odplywa: najpierw za horyzontem znika kadłub, a potem maszt.

Im wyżej jesteś, tym dalej widzisz ponad krzywizną. Już to wiesz: kiedy stoisz na krześle, widzisz ponad tłumem. Dlatego anteny umieszcza się na dachach, masztach i wzgórzach. Z dachu antena usłyszy samolot lecący dziesięć kilometrów w górę z odległości ponad czterystu kilometrów, czyli dalej niż z Brukseli do Paryża i z powrotem. Ale samolot, który dopiero wystartował z lotniska pięćdziesiąt kilometrów stąd, może być całkiem schowany za Ziemią i antena nie usłyszy go, dopóki nie wzniesie się na tyle wysoko, żeby wyrzeć zza krzywizny.

Spróbuj: polowanie na anteny i spacer po horyzont

Znajdź pięć anten w domu i wokół niego. Podpowiedzi: router Wi-Fi, dach samochodu, dach domu, radio i jedna ukryta w telefonie. Zauważ, ile z nich jest wysoko. Potem idźcie gdzieś, skąd jest widok. Kucnij, potem wstań, a potem usiądź dorosłemu na barana. Co się pojawia za każdym razem, gdy jesteś wyżej? To właśnie dach robi dla anteny.

ROZDZIAŁ 6

Wiele uszu tworzy jedną mapę

Jedna antena na jednym dachu słyszy samoloty w kręgu nieba o średnicy kilkuset kilometrów. To dużo, ale to nie cała Europa. Dlatego są setki anten - na domach, lotniskach i szkołach - i każda przesyła to, co słyszy, przez internet do komputera. Komputer składa wszystkie kawałki w całość, jak puzzle, w których każdy kawałek to krąg nieba jednej anteny. Ten sam samolot słyszy zwykle naraz dziesięć albo dwadzieścia anten, a komputer zauważa, że to ten sam samolot, i nie rysuje go dwadzieścia razy.

Wynikiem jest mapa na żywo. Każdy samolot, który mówi: gdzie jest, jak wysoko, jak szybko, w którą stronę, odświeżane co sekundę. A teraz znasz już cały sekret tego, jak to działa, od początku do końca: samolot słucha satelitów i oblicza, gdzie jest; mówi o tym dwa razy na sekundę w wiadomości ze 112 odpowiedzi „tak” lub „nie”; wiadomość jedzie na fali niewidzialnego światła; metalowe ucho na dachu ją łapie, o ile samolot jest ponad krzywizną Ziemi; a setki uszu razem tworzą mapę. Nikt na ziemi niczego nie zmierzył. Samoloty nam powiedziały, a my słuchaliśmy.

Jeszcze jedno, bo dobry detektyw zawsze o to pyta. Czy mapa pokazuje *każdy* samolot? Nie. Pokazuje samoloty, które mówią. Prawie wszystkie duże samoloty pasażerskie mówią. Niektóre małe samoloty, szybowce i balony nie mają takiego radia, a niektóre samoloty wojskowe wolą milczeć. Mapa jest więc uczciwa, ale nie jest kompletna. Żadna mapa nigdy nie jest.

Spróbuj: znajdź swój samolot

Otwórz z dorosłym mapę samolotów i przybliż swój dom. Poczekał, aż nad głowę przeleci samolot, znajdź go na mapie i dotknij go. Przeczytaj jego nazwę, wysokość i dokąd leci. Potem spójrz w górę na prawdziwy samolot i pomyśl: on właśnie teraz mówi swoją wiadomość, dwa razy na sekundę, czyjeś metalowe ucho ją złapało i dlatego widzę go na mapie. A potem zadaj sobie pytanie: co by się stało, gdyby przestał mówić?

Wszystko jasne? Trzy pytania

Najpierw pomyśl nad odpowiedzią, potem naciśnij przycisk, żeby sprawdzić.

1. Czy satelity obserwują samoloty?

2. Czy fala radiowa to rodzaj dźwięku?

3. Dlaczego antena jest na dachu?

KONIEC OPOWIEŚCI

Czy ty też możesz mieć metalowe uszy?

Tak. Prawdziwy słuchacz samolotów mieści się w pudełku po butach: mała antena, patyczek, który wkłada się do małego komputera, i internet. Dorosły może go zbudować razem z tobą w jedno popołudnie, a kiedy zadziała, samoloty przelatujące nad twoim domem pojawią się na wielkiej mapie, bo

usłyszały je twoje uszy. Poproś dorosłego, żeby otworzył z tobą stronę warsztatu.

Pokaż dorosłemu warsztat <https://radar.dataero.eu/pl/learning/workshop>

Odpowiedzi

1. Czy satelity obserwują samoloty?

Nie. Satelity tylko wywołują godzinę, jak dzwon kościelny. Samolot słucha, z opóźnienia oblicza, jak daleko jest każdy satelita, i sam znajduje swoją pozycję. Potem mówi o niej wszystkim.

2. Czy fala radiowa to rodzaj dźwięku?

Nie. To rodzaj światła, kolor, którego nasze oczy nie widzą. Nie potrzebuje powietrza, przechodzi przez pustą przestrzeń i porusza się prawie milion razy szybciej niż dźwięk.

3. Dlaczego antena jest na dachu?

Bo Ziemia jest okrągła, a fale radiowe biegną w linii prostej. Im wyżej antena, tym dalej sięga jej prosta linia ponad krzywizną, zanim trafi w ziemię, więc tym dalsze samoloty może usłyszeć.