과학 - 6세에서 11세

말하는 비행기

하늘의 모든 비행기가 어떻게 자기가 어디 있는지 세상에 알리는지, 그리고 우리가 어떻게 그 소리를 들을 수 있는지에 관한 네 가지 수업이에요. 수업이 끝나면 여러분은 처음부터 끝까지 전부 설명할 수 있게 되고, 그중 일부는 직접 만들어 보기도 할 거예요.

배우기 - https://radar.dataero.eu/ko/learning/ages-6-11/student 2026-11-21

목차

1교시 붐비는 하늘과 말하는 비행기
2교시 보이지 않는 빛: 메시지가 타고 가는 것
3교시 금속 귀와 둥근 지구
4교시 많은 귀가 하나의 지도를 만들어요
하늘 듣기 탐험가 퀴즈
끝 금속 귀를 만들어요

1교시

붐비는 하늘과 말하는 비행기

지금 이 순간, 여러분 학교 위에는 거의 틀림없이 비행기가 있어요. 아마 한 대보다 많을 거예요. 비행기가 보이지 않는 건 10킬로미터 위, 유럽에서 가장 높은 산보다도 높은 곳에 있기 때문이에요. 그리고 비행기는 한 시간에 900킬로미터, 그러니까 1초에 250미터를 가요. 평범한 날에도 비행기 약 3만 대가 유럽을 가로질러요. 어떤 비행기도 다른 비행기를 제대로 볼 수 없고, 따라갈 도로도 없어요. 그래서 땅 위의 누군가가 모든 비행기가 어디 있는지 언제나 알고 있어야 서로 떨어뜨려 놓을 수 있어요. 그 사람이 항공 교통 관제사예요. 그런데 땅 위의 방 안에 있는 사람이 10킬로미터 위, 구름 뒤에 있는 비행기가 어디 있는지 어떻게 알 수 있을까요?

오랫동안 그 답은 레이더였어요. 레이더는 커다랗게 빙글빙글 도는 접시로, 전파를 한 번 쏘아 보내고 비행기에 부딪혀 돌아오는 희미한 메아리를 들어요. 레이더는 지금도 있어요. 하지만 오늘날 대부분의 비행기는 더 똑똑한 일을 해요. 요즘 비행기에는 모두 인공위성 수신기가 실려 있어요. 자동차나 휴대전화의 지도가 작동하게 해 주는 것과 같은 종류예요. 그래서 비행기는 언제나 자기가 정확히 어디 있는지 알아요. 그리고 비행기에는 작은 무선기가 있어요. 그래서 땅 위의 누군가가 찾아 주기를 기다리는 대신, **비행기는 그냥 모두에게 자기가 어디 있는지 말해요**. 1초에 약 두 번, 무선기가 짧은 메시지를 내보내요. 나는 누구고, 어디 있고, 얼마나 높이 있고, 얼마나 빨리 가고 있어. 아무도 요청하지 않아요. 아무도 버튼을 누르지 않아요. 듣고 있는 누구에게나 계속계속 그냥 나가요.

메시지는 말로 만들 수 없어요. 무선기는 딱 한 가지만 할 수 있거든요. 아주 작은 펄스를 보내거나, 안 보내거나요. 그래서 메시지는 "예" 또는 "아니요" 답 112개를 줄줄이 이어서 만들고, 각각이 무슨 뜻인지는 모두가 미리 약속해 두었어요. 처음 24개의 답은 비행기의 이름이에요. 비행기가 만들어질 때 받아서 자동차 번호판처럼 영원히 가지는 코드예요. "예/아니요" 질문 24개에 답하는 방법은 거의 1700만 가지나 되니까, 세상의 모든 비행기가 저마다 자기 이름을 가질 수 있어요. 마지막 24개의 답은 검사예요. 듣는 쪽이 메시지로 계산을 해 보고, 결과가 맞지 않으면 오는 길에 메시지가 뒤죽박죽된 거라서 버려요. 어차피 비행기는 0.5초 뒤에 또 보내니까요.

이번 수업에서 꼭 기억할 것이 있어요. 어른들도 많이 틀리거든요. **아무도 비행기를 찾지 않아요. 비행기가 스스로 알려요.** 인공위성은 비행기를 지켜보지 않아요. 비행기에 시각만 알려 주고, 나머지는 비행기가 알아내요.

교실에서: 관제탑 놀이
반은 비행기가 되어 바닥의 격자 위를 걸어 다니며 몇 걸음마다 메시지를 외쳐요. 내 이름, 내가 있는 칸, 내 높이, 내 속도요. 나머지 반은 관제탑이 되어 종이 격자 위에 모든 비행기를 그려요. 그다음 역할을 바꿔요. 그런 다음 비행기가 1분에 한 번만 말할 수 있게 해 보고, 관제탑의 그림이 엉망이 되는 걸 지켜보세요. 그래서 진짜 비행기는 1초에 두 번 말해요.

2교시

보이지 않는 빛: 메시지가 타고 가는 것

메시지는 전파가 되어 비행기를 떠나요. 그리고 전파는 빛이에요. 빛 같은 무언가가 아니라, 손전등이나 해에서 나오는 것과 똑같은 거예요. 같은 속도로, 1초에 30만 킬로미터를 가요. "하나"라고 말하는 사이에 지구를 일곱 바퀴나 돌아요.

그런데 왜 보이지 않을까요? 밧줄을 천천히 흔들면 길고 느긋한 물결이 생기고, 빠르게 흔들면 짧고 바쁜 물결이 생겨요. 빛도 물결이고, 색깔이 다르다는 건 흔들리는 빠르기가 다르다는 거예요. 빨간색은 빠르게 흔들리고, 보라색은 더 빠르게 흔들려요. 우리 눈은 좁은 범위의 흔들리는 빠르기, 그러니까 무지개 색깔만 알아챌 수 있어요. 전파는 눈이 잡기에는 너무 느리게 흔들려요. 비행기의 전파도 1초에 10억 번이 넘게 흔들리는데도요. 전파는 우리가 볼 수 없는 색깔이에요. 개는 우리가 들을 수 없는 호루라기 소리를 듣고, 벌은 우리가 볼 수 없는 꽃의 무늬를 봐요. 그리고 안테나는 우리가 볼 수 없는 빛의 색깔을 봐요.

비행기의 전파는 느리게 흔들리니까 길어요. 한 물결에서 다음 물결까지 27센티미터, 자 하나쯤 되는 길이예요. 자를 들어 보세요. 지금 이 순간에도 400킬로미터 안에 있는 모든 비행기에서 온 그만한 크기의 물결 수천 개가 교실을 지나가고 있는데, 아무도 느끼지 못해요.

이제 이번 수업에서 가장 중요한 문장이에요. **전파는 소리가 아니에요.** "라디오"라는 상자는 소리를 내서 헷갈리지만, 전파 자체는 소리 없는 빛이에요. 소리는 공기가 공기를 미는 거예요. 지나가려면 공기가 필요하고, 1초에 약 340미터로 느려요. 그래서 번개가 먼저 보이고 천둥은 나중에 들려요. 전파는 아무것도 필요 없어요. 공기가 전혀 없는 인공위성과 비행기 사이의 빈 공간도 건너가요. 그리고 소리보다 거의 100만 배나 빨라요. 비행기 엔진의 굉음은 소리라서, 비행기가 지나가고 한참 뒤에야 여러분에게 닿아요. 비행기의 메시지는 빛이라서, 20킬로미터 떨어진 안테나에 1만분의 1초도 안 걸려 닿아요.

교실에서: 밧줄과 경주
둘씩 짝을 지어 밧줄 물결을 만들어 보세요. 느리고 긴 물결, 그다음 빠르고 짧은 물결을 만들고 길이를 재 보세요. 그다음은 누가 가장 빠른 전달자인지 겨루는 경주예요. 스무 명이 한 줄로 서서 낱말 하나를 귓속말로 전하는 것과, 강당 건너편으로 손전등을 번쩍이는 것을 겨뤄요. 귓속말은 소리처럼 공기의 한 부분에서 다음 부분으로 전달돼요. 손전등은 비행기의 메시지와 같아요.

3교시

금속 귀와 둥근 지구

전파가 우리가 볼 수 없는 색깔이라면, 무엇이 볼 수 있을까요? **안테나**라고 부르는 금속 조각이에요. 전파가 금속 조각을 지나가면, 금속 안의 전기가 전파에 박자를 맞춰 앞뒤로 흔들려요. 그 작은 흔들림이 듣는 거예요. 그리고 수신기라는 기계가 거기서 비행기의 펄스를 읽어요. 주위를 둘러보세요. 와이파이 공유기에도 안테나가 있고, 자동차 지붕에도 하나 있고, 휴대전화 테두리 안에도 하나 숨어 있고, 학교 지붕에도 아마 여러 개 있을 거예요.

안테나는 소리에 맞춰진 귀예요. 그네는 제 박자에 맞춰 밀어 줄 때 가장 높이 올라가요. 금속 조각도 전파에 맞는 크기일 때, 전기적으로 가장 잘 "흔들려요". 그 크기는 전파 길이의 4분의 1이에요. 비행기의 전파는 27센티미터니까, 가장 좋은 안테나는 키가 약 7센티미터예요. 그래서 비행기에 있는 진짜 안테나도, 땅 위에 있는 진짜 안테나도 커다란 접시가 아니라 작고 뭉툭한 막대예요. 여기서는 크다고 좋은 게 아니에요. 중요한 건 알맞은 크기이고, 알맞은 크기는 작아요.

그럼 금속 귀는 얼마나 멀리 있는 비행기 소리를 들을 수 있을까요? 놀라운 것이 그걸 정해요. 바로 **지구가 둥글다**는 거예요. 전파는 빛이고, 빛은 똑바로 나아가며, 땅을 뚫고 지나갈 수 없어요. 그래서 지붕 위 안테나에서 뻗은 직선은 금방 지구의 곡면에 부딪히고, 그 곡면 뒤에 있는 비행기는 아무리 크게 말해도 숨겨져요. 수평선 너머로 항해해 간 배처럼요. 높이 있을수록 곡면 너머로 더 멀리 볼 수 있어요. 의자 위에 올라서서 사람들 너머를 본 적이 있다면 알 거예요. 그래서 안테나는 지붕이나 탑이나 언덕 위에 세워요. 지붕 위에서는 10킬로미터 높이의 비행기를 400킬로미터가 넘는 곳에서도 들을 수 있어요. 브뤼셀에서 파리까지 갔다 오는 것보다 더 먼 거리예요. 하지만 50킬로미터 떨어진 공항에서 방금 이륙한 비행기는 넘겨다볼 수 있을 만큼 높이 올라갈 때까지 지구 뒤에 완전히 숨어 있을 수도 있어요.

교실에서: 안테나를 만들고, 밖으로 나가요
두꺼운 종이를 7센티미터 길이로 잘라 은박지로 감싸고, 은박지를 씌운 네모 위에 세워요. 진짜 안테나와 크기도 모양도 똑같아요. 진짜 수신기는 여기에 무선기와 펄스를 읽을 컴퓨터를 더해요. 그런 다음 운동장에서 쭈그려 앉았다가, 일어섰다가, 벤치 위에 올라가 보세요. 그때마다 무엇이 새로 보이나요? 지붕이 안테나에게 해 주는 일이 바로 그거예요.

4교시

많은 귀가 하나의 지도를 만들어요

지붕 하나에 있는 안테나 하나는 지름 수백 킬로미터의 하늘 원 안에 있는 비행기를 들어요. 유럽 전체를 보려면 집과 공항과 학교에 수백 개의 안테나가 원들이 서로 겹치도록 퍼져 있어야 해요. 안테나마다 들은 것을 인터넷으로 컴퓨터에 보내고, 컴퓨터는 원들을 직소 퍼즐처럼 맞춰요. 같은 비행기를 대개 열 개나 스무 개의 안테나가 동시에 들어요. 컴퓨터는 그게 같은 비행기라는 걸 알아채고 한 번만 그려요. 안테나 하나가 비행기가 어딘가에 있다고 알렸는데 다른 안테나들이 모두 아니라고 하면, 컴퓨터는 그 보고가 아마 실수라는 걸 알고 빼 버려요.

그 결과가 실시간 지도예요. 말하고 있는 모든 비행기가 어디 있는지, 얼마나 높이, 얼마나 빨리, 어느 쪽으로 가는지가 매초 새로 바뀌어요. 그리고 이제 여러분은 처음부터 끝까지 사슬 전체를 알아요. 비행기는 인공위성의 소리를 듣고 자기가 어디 있는지 알아내요. 그리고 1초에 두 번, "예/아니요" 답 112개로 된 메시지로 그것을 말해요. 메시지는 보이지 않는 빛의 물결을 타고 가요. 비행기가 지구의 곡면보다 위에 있기만 하면 지붕 위의 소리에 맞춰진 금속 귀가 그것을 잡아요. 그리고 수백 개의 귀가 함께 들은 것을 나누면 지도가 만들어져요. 땅 위의 누구도 아무것도 재지 않았어요. 비행기들이 우리에게 말해 주었고, 우리는 들었어요.

마지막 질문이 하나 있어요. 훌륭한 과학자라면 언제나 묻는 질문이에요. 지도는 모든 비행기를 보여 줄까요? 아니요. 말하고 있는 비행기만 보여 줘요. 큰 여객기는 거의 다 말해요. 어떤 작은 비행기, 글라이더, 열기구에는 그 무선기가 없고, 어떤 군용기는 쓰지 않기로 해요. 그러니까 지도는 정직하지만 완전하지는 않아요. 완전한 지도는 없어요.

교실에서: 직소 퍼즐, 그다음 진짜 지도
먼저 다시 바닥 격자 놀이를 하는데, 이번에는 관제탑마다 교실의 자기 구석만 들을 수 있어요. 종이들을 나란히 놓아 보세요. 함께 놓으면 모든 비행기가 보여요. 그다음 학교를 확대한 진짜 지도를 봐요. 모둠별로 비행기 한 대를 10분 동안 따라가 보세요. 이름, 높이, 속도, 어디서 왔고 어디로 가는지요. 그런 다음 그 비행기가 어떻게 지도에 나타나게 되었는지 이야기 전체를 한 단계씩, 여러분 자신의 말로 설명해 보세요.

하늘 듣기 탐험가 퀴즈

답을 골라 보세요. 틀렸다면 다시 생각해 보고 다른 답을 골라 보세요. 중요한 건 왜 그런지 알아내는 거예요.

1. 1. 비행기는 얼마나 자주 메시지를 보낼까요?

A. 하루에 한 번
B. 1초에 약 두 번
C. 조종사가 버튼을 누를 때만

2. 2. 비행기가 어디 있는지 알아내는 건 누구일까요?

A. 인공위성이 우주에서 지켜봐요
B. 비행기가 스스로 알아내서 모두에게 말해요
C. 항공 교통 관제사가 짐작해요

3. 3. 전파는 무엇일까요?

A. 큰 소리
B. 우리 눈에 보이지 않는 빛의 한 종류
C. 바람의 한 종류

4. 4. 왜 안테나를 지붕 위에 둘까요?

A. 비행기에 더 가까워지려고
B. 똑바로 뻗은 시선이 지구의 곡면 너머로 더 멀리 닿도록
C. 새들이 좋아하니까

5. 5. 왜 지도에는 수백 개의 안테나가 필요할까요?

A. 안테나 하나는 지름 수백 킬로미터의 하늘 원만 들어요
B. 안테나는 쉽게 고장 나요
C. 비행기마다 자기 안테나가 필요해요

끝

금속 귀를 만들어요

이제 여러분은 이야기 전체를 알아요. 말하는 비행기, 보이지 않는 빛, 금속 귀와 둥근 지구, 그리고 많은 듣는 사람이 만든 지도요. 마지막 단계는 여러분이 듣는 사람 중 하나가 되는 거예요. 선생님께는 학교를 위한 진짜 수신기를, 지붕이나 창가에 진짜 안테나를 달아서 만드는 방법을 설명하는 페이지가 있어요. 수신기가 작동하면, 여러분 반이 들었기 때문에 학교 위의 비행기들이 큰 지도에 나타날 거예요.

선생님께 워크숍 여쭤보기 https://radar.dataero.eu/ko/learning/workshop

정답

1. 1. 비행기는 얼마나 자주 메시지를 보낼까요?
   B. 1초에 약 두 번 비행기는 1분에 15킬로미터를 가요. 1분에 한 번만 말한다면 지도는 언제나 틀릴 거예요. 1초에 두 번 말하니까 지도가 최신 상태로 유지되고, 아무도 무언가를 누를 필요가 없어요.
2. 2. 비행기가 어디 있는지 알아내는 건 누구일까요?
   B. 비행기가 스스로 알아내서 모두에게 말해요 인공위성은 시각만 외쳐요. 비행기가 각각의 외침이 얼마나 늦게 도착하는지 재고, 자기 위치를 알아낸 다음, 그것을 알려요. 아무도 비행기를 찾지 않아요. 비행기가 말해요.
3. 3. 전파는 무엇일까요?
   B. 우리 눈에 보이지 않는 빛의 한 종류 전파는 우리 눈이 볼 수 없는 색깔의 빛이에요. 공기가 필요 없고, 빈 공간을 건너가며, 소리보다 거의 100만 배 빨라요.
4. 4. 왜 안테나를 지붕 위에 둘까요?
   B. 똑바로 뻗은 시선이 지구의 곡면 너머로 더 멀리 닿도록 지붕 위에 올라가도 비행기까지 올라가는 거리는 거의 달라지지 않아요. 달라지는 건 똑바로 뻗은 시선이 둥근 땅에 부딪히기 전에 얼마나 멀리 닿느냐예요. 높을수록 더 멀리 닿아요.
5. 5. 왜 지도에는 수백 개의 안테나가 필요할까요?
   A. 안테나 하나는 지름 수백 킬로미터의 하늘 원만 들어요 안테나마다 자기 수평선 위에 있는 비행기만 들어요. 많은 안테나가 원이 서로 겹치도록 퍼져 있으면 대륙 전체를 덮을 수 있고, 컴퓨터가 원들을 맞춰요.