

الطائرات التي تتكلم

قصة في ستة فصول عن سرّ يحدث فوق بيتك مباشرة، في هذه اللحظة. اقرأها مع شخص كبير، وجرب الأشياء التي في الصناديق وأنت تقرأ.

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

المحتويات

- | | |
|--|---|
| الفصل 1 السماء مليئة، ولا أحد يراها | الفصل 5 آذان من معدن، ولماذا تهتم كروية الأرض |
| الفصل 2 الرعد والبرق، وكيف تعرف الطائرة مكانها | الفصل 6 آذان كثيرة تصنع خريطة واحدة |
| الفصل 3 الرسالة: ماذا تقول الطائرة، مرتين كل ثانية | هل فهمت؟ ثلاثة أسئلة |
| الفصل 4 لون لا تراه عينك | نهاية القصة هل يمكن أن تكون لك آذان معدنية خاصة بك؟ |

الفصل 1

السماء مليئة، ولا أحد يراها

اذهب إلى نافذة وانظر إلى الأعلى. ربما ترى طائرة، لمعة صغيرة وخلفها خط أبيض. وربما لا ترى أي طائرة أبدًا. لكن إليك السرّ: هناك دائمًا تقريبًا طائرة فوق بلدتك. وعادة هناك عدة طائرات. إنها عالية جدًا، عشرة كيلومترات، أي عشرة آلاف متر، أعلى من أي جبل في أوروبا، حتى إنك بالكاد تراها، والناس داخل الطائرات بالكاد يرون بعضهم بعضًا أيضًا.

وهي سريعة. الطائرة الكبيرة هناك في الأعلى تقطع نحو 900 كيلومتر كل ساعة. أي 250 مترًا في كل ثانية. إذا رمشت بعينك، تكون قد تحركت بطول ملعب كرة قدم. تخيل الآن آلافًا منها، في كل أنحاء أوروبا، كلها تطير في اتجاهات مختلفة، كلها في الوقت نفسه، ولا واحدة منها ترى الأخريات جيدًا. يجب أن يتأكد أحد من أنها لا تقترب من بعضها أبدًا. ذلك الشخص يُسمى مراقب الحركة الجوية، والقاعدة أن الطائرات يجب أن تبقى دائمًا متباعدة بثلاثمائة متر على الأقل، إلى الأعلى والأسفل، أي ثلاثة ملاعب كرة قدم واقفة على طرفها، أو بعدة كيلومترات جنبًا إلى جنب.

لكن كيف يستطيع مراقب يجلس في غرفة على الأرض أن يعرف مكان كل طائرة، كل ثانية، والطائرات على ارتفاع عشرة كيلومترات ومخفية خلف الغيوم؟ هذا هو السؤال الذي تدور حوله هذه القصة كلها. والجواب ذكي، وفيه شيء من السحر، إلا أنه ليس سحرًا على الإطلاق. إنه علم، وفي النهاية ستفهم كل جزء منه.

جرب: عدّ الدقائق الخمس

انظر من النافذة خمس دقائق وعدّ كل طائرة تراها أو تسمعها. اكتب العدد. ثم اطلب من الشخص الكبير أن يفتح خريطة الطائرات على هاتفه ويكبر على بلدتك. عدّ الطائرات على الخريطة. هل كانت أكثر مما عددت؟ هي دائمًا تقريبًا أكثر. وكل واحدة من تلك الطائرات على الخريطة تفعل الشيء الذي في الفصل 2.

الفصل 2

الرد والبرق، وكيف تعرف الطائرة مكانها

هل عدت يومًا الثواني بين ومضة البرق وهدير الرعد؟ إذا عدت إلى ثلاثة، فالعاصفة على بعد كيلومتر واحد تقريبًا. وإذا عدت إلى تسعة، فهي على بعد ثلاثة كيلومترات. وهذا يعمل لأن ومضة الضوء تصلك في الحال، أما صوت الرعد فبطيء، وكلما كانت العاصفة أبعد، استغرق الصوت وقتًا أطول ليصلك. إذا **التأخر يخبرك بالمسافة**. تذكر هذا، لأنه الحيلة التي تستخدمها الطائرات.

فوق الطائرات بكثير، أعلى بكثير، على ارتفاع عشرين ألف كيلومتر في الفضاء، هناك نحو ثلاثين قمرًا اصطناعيًا خاصًا تدور حول الأرض. في كل واحد منها ساعة دقيقة جدًا حتى إنها لا تخسر ثانية واحدة في مليون سنة. وكل قمر اصطناعي ينادي، طوال الوقت، بالراديو: «أنا القمر الاصطناعي رقم اثني عشر، أنا هنا بالضبط، والوقت الآن بالضبط.» لا يبالي بمن يستمع. يستمر في قولها فحسب.

الطائرة تستمع. الراديو سريع جدًا جدًا، لكن عشرين ألف كيلومتر مسافة طويلة حتى بالنسبة إلى الراديو، فيصل نداء القمر الاصطناعي إلى الطائرة متأخرًا قليلًا جدًا، نحو جزء من خمسة عشر من الثانية. يقارن حاسوب الطائرة الوقت الذي قاله القمر بالوقت الذي وصل فيه النداء. والتأخر يخبر بالمسافة، تمامًا مثل الرعد! فنعرف الطائرة الآن كم تبعد عن القمر رقم اثني عشر. وتفعل الشيء نفسه مع ثلاثة أقمار أخرى. ولا يوجد في العالم كله إلا مكان واحد على المسافة الصحيحة بالضبط من الأقمار الأربعة في آن واحد. ذلك المكان هو مكان الطائرة. الطائرة تعرف الآن مكانها، بدقة بضعة أمتار، وقد حسبته كله بنفسها.

لاحظ شيئًا: الأقمار الاصطناعية لم تر الطائرة. لا فكرة لديها عن وجود الطائرة. هي فقط تصيح بالوقت، كجرس كنيسة يدق الساعة، والطائرة تقوم بكل الحساب. كثير من الناس يظنون أن الأقمار الاصطناعية تراقب الطائرات. لا تفعل. الطائرة هي التي تستمع إلى الأقمار الاصطناعية.

جرب: التصفيق والمصباح

قف عند طرف الحديقة أو غرفة طويلة. يقف الشخص الكبير عند الطرف الآخر ويصفق. ارفع يدك في اللحظة التي تسمعه فيها. والآن افعل الشيء نفسه بومضة مصباح يدوي بدلًا من التصفيق. يصل التصفيق متأخرًا قليلًا جدًا عندما تكونان بعيدين؛ أما الومضة فتصل في الحال. الضوء والراديو سريعان إلى حد أنك لا تستطيع ملاحظة التأخر في البيت. لكن الأقمار الاصطناعية بعيدة جدًا حتى إن الضوء نفسه يستغرق لحظة يمكن قياسها لينزل.

الفصل 3

الرسالة: ماذا تقول الطائرة، مرتين كل ثانية

إذاً الطائرة تعرف مكانها. والآن يأتي الجزء الذي. بدلًا من أن يحاول الناس على الأرض العثور على الطائرة، الطائرة ببساطة **تخبرهم**. داخل كل طائرة كبيرة جهاز راديو صغير، ونحو مرتين كل ثانية، من دون أن يضغط أحد على زر، يرسل رسالة. للرسالة أربعة أجزاء: **من أنا** (لكل طائرة رمزها الخاص، يشبه لوحة السيارة، تحتفظ به طوال حياتها)، **وأين أنا** (الموقع من الأقمار الاصطناعية)، **وكم أنا عالية**، **وكم أنا سريعة**، وفي أي اتجاه.

الطائرة لا تنتظر أن يسألها أحد. ولا ترسل الرسالة إلى أحد بعينه. هي فقط تصيح بها للعالم كله، مرتين في الثانية، من اللحظة التي تبدأ فيها بالحركة حتى تُركن من جديد. الطائرات الأخرى تسمعه، وتستخدمها لتبقى بعيدة عن بعضها. ومراقبو الحركة الجوية يسمعونها. وكما ستكتشف في الفصل 5، يستطيع أي شخص لديه الأذن المناسبة أن يسمعها أيضًا.

كيف يستطيع راديو أن «يقول» أين هو؟ لا يستطيع إرسال كلمات. يستطيع فعل شيء واحد فقط: إرسال نبضة صغيرة جدًا، أو عدم إرسالها. لذا فالرسالة مكونة من إجابات بنعم أو لا، مئة واثنين عشرة منها متتالية، واتفق الجميع مسبقًا على معنى كل واحدة. الإجابات الأربع والعشرون الأولى بنعم أو لا تهجئ اسم الطائرة. قد لا تبدو أربع وعشرون إجابة بنعم أو لا شيئًا كبيرًا، لكن هناك نحو سبعة عشر مليون طريقة مختلفة للإجابة عنها، وهذا يكفي ليكون لكل طائرة صُنعت على الإطلاق اسمها الخاص. والرسالة كلها من 112 إجابة

تستغرق نحو جزء من عشرة آلاف من الثانية لإرسالها. وفي النهاية أربع وعشرون إجابة إضافية تعمل كفحص، بحيث إذا اختلطت الرسالة في الطريق، ربما لأن طائرتين صاحتا في اللحظة نفسها، يعرف المستمع ذلك، ويرميها. ولا يهم: فالطائرة تقولها من جديد بعد نصف ثانية.

جرب: كن طائرة

مدّ ذراعيك وطر في أنحاء الغرفة. كل بضع خطوات، قل رسالتك بصوت عالٍ: «أنا الطائرة زوم! أنا بجانب الأريكة! أنا عالية! أنا سريعة!» الشخص الكبير هو برج المراقبة، معه ورقة، يرسم مكانك في كل مرة تتكلم. ثم تبادل الأدوار. ثم جرب أن تقول الرسالة مرة واحدة فقط في الدقيقة وانظر كم يصير رسم البرج بلا فائدة. الآن تعرف لماذا تقولها الطائرات الحقيقية مرتين في الثانية.

الفصل 4

لون لا تراه عيناك

تغادر الرسالة الطائرة على شكل **موجة راديوية**. وإليك شيئاً يفاجئ معظم الكبار: الموجة الراديوية ضوء. ليست مثل الضوء. إنها هي الضوء. إنها المادة نفسها التي تخرج من المصباح اليدوي أو الشمس، وتسير بالسرعة نفسها: ثلاثمائة ألف كيلومتر في ثانية واحدة، أي سبع دورات حول الأرض كلها. في كل ثانية.

فلماذا لا تراها؟ فكّر في حبل. إذا هزرت طرفه ببطء، تحصل على موجات كبيرة كسولة. وإذا هزرت بسرعة، تحصل على موجات صغيرة نشطة كثيرة. الضوء هكذا أيضاً. الضوء الأحمر يهتز بسرعة كبيرة؛ والضوء الأزرق يهتز أسرع. وعيوننا مبنية لتلاحظ نطاقاً صغيراً فقط من سرعات الاهتزاز، هو ألوان قوس قزح. والراديو يهتز أبطأ بكثير من أن تلاحظه عيوننا، مع أنه لا يزال يهتز أكثر من ألف مليون مرة في الثانية. إذًا الراديو لون، لون بطيء جداً، لا تستطيع عيوننا ببساطة أن تراه. الكلاب تسمع صفارات لا تسمعها أنت. والنحل يرى نقوشاً على الأزهار لا تراها أنت. والهوائيات ترى لوناً من الضوء لا تراه أنت.

ولأنها تهتز ببطء، فإن موجة الطائرة طويلة نوعاً ما: من تموج إلى التالي طولها 27 سنتيمتراً، نحو طول مسطرة مدرسية. وآلاف من تلك التموجات تمرّ عبر غرفتك في هذه اللحظة، من كل طائرة في حدود أربعمئة كيلومتر، ولا تشعر بواحد منها.

شيء آخر مهم جداً. الراديو **ليس صوتاً**. الصندوق المسمّى «راديو» يُصدر صوتاً، وهذا مربك، لكن الموجات الراديوية نفسها ضوء صامت. الصوت هو هواء يدفع هواءً؛ وهو بطيء (نحو 340 مترًا في الثانية، ولهذا يأتي الرعد بعد البرق)، ويحتاج إلى هواء ليسير فيه. أما الراديو فلا يحتاج إلى شيء على الإطلاق: يعبر الفضاء الفارغ من الأقمار الاصطناعية إلى الطائرة، حيث لا هواء يحمل صوتاً. هدير محركات الطائرة صوت ويصلك بعد مرور الطائرة بوقت طويل. ورسالة الطائرة ضوء وتصل إلى الهوائي قبل أن تنتهي الطائرة من إرسالها تقريبًا.

جرب: الحبل والمسطرة

اربط حبل قفز بمقبض باب وهز الطرف الآخر. ببطء: موجات كبيرة. بسرعة: موجات صغيرة. قس موجة واحدة بمسطرة في كل مرة. ثم ضع المسطرة على الأرض: موجة الطائرة بهذا الطول تقريبًا، من تموج إلى التالي. والآن أشعل مصباحاً يدويًا واسأل أين الضوء. في كل مكان، فورًا. رسالة الطائرة تسافر تمامًا هكذا.

الفصل 5

آذان من معدن، ولماذا تهتم كروية الأرض

إذا كان الراديو لوئاً لا نراه، فما الذي يراه؟ الجواب قطعة من المعدن تُسمى **الهوائي**. عندما تمرّ موجة راديوية فوق قطعة معدن، تجعل الكهرباء داخل المعدن تهتزّ ذهاباً وإياباً بإيقاع الموجة. ذلك الاهتزاز الصغير جدّاً هو «السمع»، وآلة صغيرة تُسمى المستقبل تستطيع قراءة نبضات الطائرة منه. إذاً الهوائي أذن من معدن. ومثل الأذن الحقيقية، له حجم يناسبه: يسمع موجة الطائرة أفضل ما يسمع عندما يكون طوله ربع طول الموجة، أي نحو 7 سنتيمترات. ولهذا يكون هوائي هذا الغرض قضيئاً صغيراً، لا طبقاً كبيراً.

والآن، من أي بعد تستطيع أذن معدنية أن تسمع طائرة؟ قد تظن أن ذلك يعتمد على مدى علوّ صوت الطائرة. صحيح، قليلاً. لكن شيئاً آخر يهمّ أكثر، وهو هذا: **الأرض كروية**. الراديو ضوء، والضوء يسير في خطوط مستقيمة، ولا يستطيع المرور عبر الأرض. فالخط المستقيم من هوائي على سطح منزل يصطدم سريعاً بانحناء الأرض، وأي طائرة خلف ذلك الانحناء مخفية، مهما علا صوتها. تمامًا كسفينة تبحر مبتعدة: يختفي بدنّها أولاً تحت الأفق، ثم ساريتها.

وكلما كنت أعلى، رأيت أبعد فوق الانحناء. أنت تعرف هذا أصلاً: واقفاً على كرسي، ترى فوق الحشد. ولهذا توضع الهوائيات على الأسطح والصواري والتلال. من سطح منزل، يستطيع هوائي أن يسمع طائرة على ارتفاع عشرة كيلومترات من أكثر من أربعمئة كيلومتر، أبعد من بروكسل إلى باريس ذهاباً وإياباً. لكن طائرة أقلعت للتو من مطار على بعد خمسين كيلومتراً قد تكون مخفية تمامًا خلف الأرض، ولن يسمعها الهوائي حتى تصعد بما يكفي لتطلّ من فوق الانحناء.

جرب: صيد الهوائيات ونزهة الأفق

اغث على خمسة هوائيات في بيتك وحوله. تلميح: جهاز Wi-Fi، وسقف السيارة، وسطح البيت، وجهاز راديو، وواحد مخفي داخل الهاتف. لاحظ كم منها في الأعلى. ثم اذهب إلى مكان مطلّ. اجلس القرفصاء، ثم قف، ثم اجلس على كتفي الشخص الكبير. ماذا يظهر في كل مرة تصعد أعلى؟ هذا ما يفعله السطح للهوائي.

الفصل 6

آذان كثيرة تصنع خريطة واحدة

هوائي واحد على سطح واحد يستطيع سماع الطائرات في دائرة من السماء قطرها بضع مئات من الكيلومترات. هذا كثير، لكنه ليس أوروبا كلها. لذا هناك مئات الهوائيات، على البيوت والمطارات والمدارس، وكل واحد يرسل ما يسمعه، عبر الإنترنت، إلى حاسوب. يركّب الحاسوب القطع كلها معاً، كأحجية تركيب كل قطعة فيها هي دائرة السماء لهوائي واحد. والطائرة نفسها يسمعها عادة عشرة أو عشرون هوائياً في آن واحد، ويلاحظ الحاسوب أنها الطائرة نفسها ولا يرسمها عشرين مرة.

والنتيجة هي الخريطة المباشرة. كل طائرة تتكلّم، وأين هي، وكم هي عالية، وكم هي سريعة، وفي أي اتجاه، محدّثة كل ثانية. والآن تعرف السرّ كله عن كيفية عملها، من البداية إلى النهاية: الطائرة تستمع إلى الأقمار الاصطناعية وتحسب مكانها؛ وتقوله مرتين في الثانية في رسالة من 112 إجابة بنعم أو لا؛ وتركب الرسالة موجة من الضوء الخفي؛ وتلتقطها أذن معدنية على سطح، ما دامت الطائرة فوق انحناء الأرض؛ ومئات الآذان معاً تصنع الخريطة. لا أحد على الأرض قاس أي شيء. الطائرات أخبرتنا، ونحن استمعنا.

شيء آخر، لأن المحقّق الجيد يسأله دائماً. هل تعرض الخريطة كل طائرة؟ لا. تعرض الطائرات التي تتكلّم. كل طائرات الركاب الكبيرة تقريباً تتكلّم. وبعض الطائرات الصغيرة والطائرات الشراعية والمناطيد ليس لديها الراديو، وبعض الطائرات العسكرية تختار أن تبقى صامتة. فالخريطة صادقة، لكنها غير كاملة. ولا توجد خريطة كاملة أبداً.

جَرِّبْ: اعثر على طائرتك

افتح خريطة الطائرات مع الشخص الكبير وكبّر على بيتك. انتظر طائرة تمرّ فوقك، واعثر عليها على الخريطة، وانقر عليها. اقرأ اسمها وارتفاعها وإلى أين تتجه. ثم انظر إلى الطائرة الحقيقية في الأعلى وفكّر: تلك تقول رسالتها في هذه اللحظة، مرتين في الثانية، وأذن معدنية لأحدهم التقطتها، ولهذا أراها على الخريطة. ثم اسأل نفسك: ماذا سيحدث لو توقّفت عن الكلام؟

هل فهمت؟ ثلاثة أسئلة

فكّر في إجابتك أولاً، ثم اضغط على الزر للتحقق.

1. هل تراقب الأقمار الاصطناعية الطائرات؟

2. هل الموجة الراديوية نوع من الصوت؟

3. لماذا الهوائي على السطح؟

نهاية القصة

هل يمكن أن تكون لك آذان معدنية خاصة بك؟

نعم. مستمع حقيقي للطائرات يتّسع له صندوق أحذية: هوائي صغير، وقطعة تُوصل بحاسوب صغير جدًا، والإنترنت. يستطيع شخص كبير أن يبني واحدًا معك في بعد ظهر واحد، وعندما يعمل، تظهر الطائرات التي تطير فوق بيتك على الخريطة الكبيرة لأن آذانك سمعتها. اطلب من شخص كبير أن يفتح صفحة الورشة معك.

أر شخصًا كبيرًا الورشة <https://radar.dataero.eu/ar/learning/workshop>

الإجابات

1. هل تراقب الأقمار الاصطناعية الطائرات؟
لا. الأقمار الاصطناعية تنادي بالوقت فقط، كجرس كنيسة. والطائرة تستمع، وتحسب من التأخر كم يبعد كل قمر، وتجد موقعها بنفسها.
ثم تخبر الجميع.
2. هل الموجة الراديوية نوع من الصوت؟
لا. إنها نوع من الضوء، لون لا تراه عيوننا. لا تحتاج إلى هواء، وتعبر الفضاء الفارغ، وتسير أسرع من الصوت بنحو مليون مرة.
3. لماذا الهوائي على السطح؟
لأن الأرض كروية والراديو يسير في خطوط مستقيمة. وكلما ارتفع الهوائي، امتدّ خطه المستقيم أبعد فوق الانحناء قبل أن يصطدم بالأرض، فيسمع الطائرات من مسافة أبعد.