

گذار دورنوردی از تخیل به واقعیت

FROM COLLECTION OF ADAMAST.RU

عنوان اصلی: The Coming Age of Teleportation

نویسنده: Brian Clegg

منبع: Focus

مترجم: Mr.Geo22 «محسن کرمی»

ناشر الکترونیکی: www.mrgeo22.wordpress.com

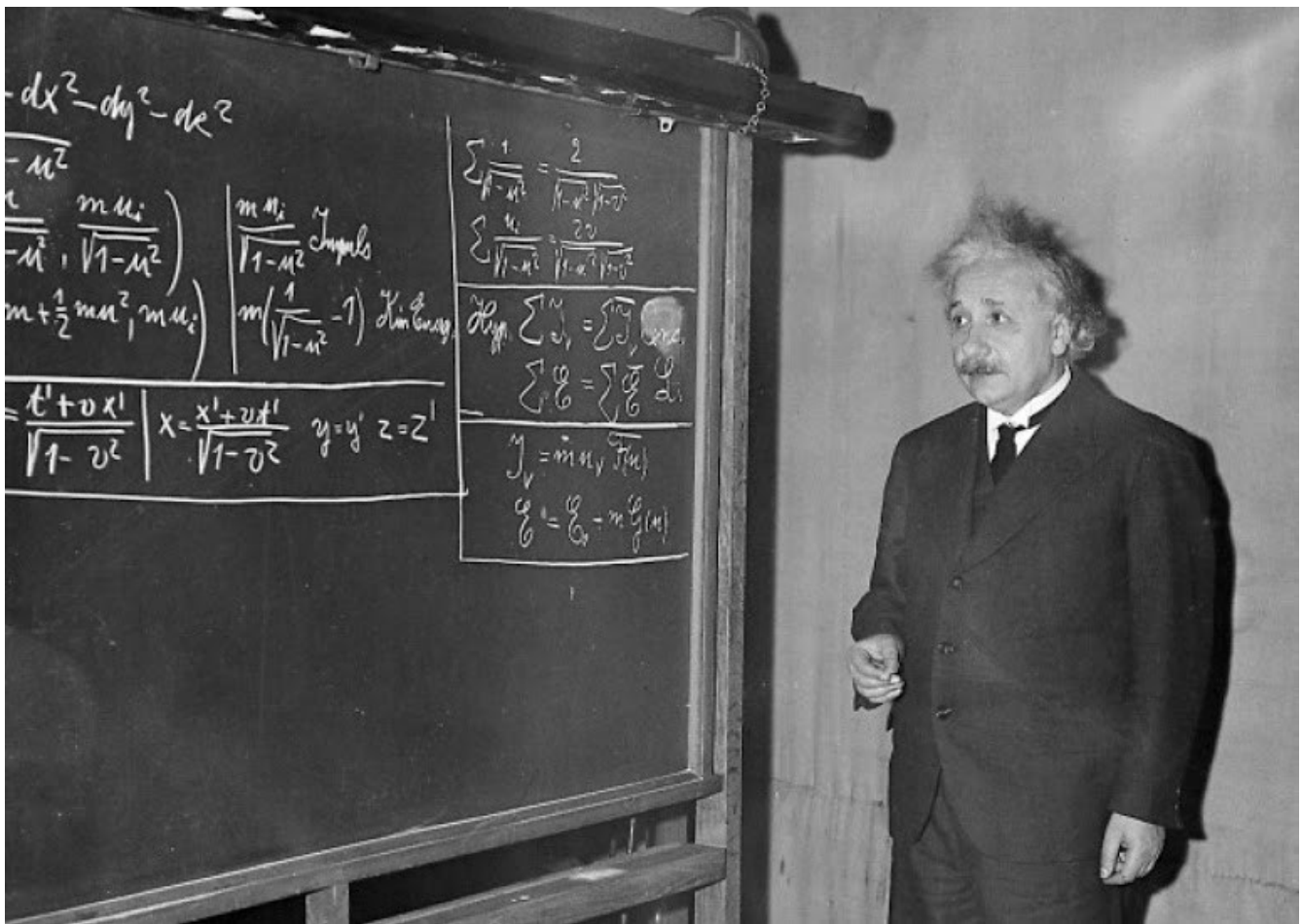
این مقاله دارای پروانه انتشار [\(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) است.

واژه ی «دورنوردی» ناگزیر منظره هایی از شگفتی های داستان های علم ی تخیلی چون انتقال دهنده های پیشتازان فضا و مخترعان دیوانه ای که برای دانششان مصیبت می کشند را تجسم می کند.

دورنوردی که به آن دورترارسانی نیز می گویند به تبدیل ماده به انرژی، ارسال آن به مقصد و تبدیل دوباره آن به ماده گفته می شود. با این کار می توان یک شی را به سرعت نور از جایی به جای دیگر منتقل کرد و بدون توجه به محدودیت های فیزیکی بین دو نقطه با تبدیل شی به داده و ارسال داده های آن از نقطه اول به صورت نور و دریافت آن در نقطه دوم (در مدت زمان کوتاهی نسبت به فاصله) دوباره جسم را به وجود آورد.

این مفهوم به اندازه ی سفر سریعتر از نور و ماشین زمان بعید به نظر می رسد. اما دورنوردی به تدریج در حال به واقعیت پیوستن در مقیاس های ریز است. رایانه های کوانتومی با تکیه بر اصولی که کار می کنند امید بزرگی برای یک جهش رو به جلو در فناوری محاسبات هستند.

تئوری پشت دورنوردی - به شکل دقیق تر دورنوردی کوانتومی - از یک بحث طولانی بین آلبرت انیشتین و نیلز بور پدیدار شد. انیشتین پایه های تئوری کوانتوم را بنا نهاد و پشتیبانی قدرتمند برای آن بود تا اینکه تصادف و احتمالات به صحنه آمد. او زمانی که نسل نوینی از فیزیک دانان روی زمینه ای کار می کردند که بر طبق آن ذرات کوانتومی به وسیله احتمالات کنترل می شوند، رویه اش را تغییر داد.



او از این مسئله بیزار بود و اظهار میداشت: «تئوری حرف های زیادی می زند، اما در واقع ما را نسبت به مجهولات تئوری قدیمی نزدیک نمی برد. به هر حال، من متقاعد شده ام که او تاس نمی اندازد.» به عنوان یک پی‌آمد، انیشتین برای سال ها بور را با چالش هایی در مورد اعتبار فیزیک کوانتومی سرزنش می کرد. آخرین و بزرگترین این حمله ها در سال ۱۹۳۵ با یک مقاله بود که توسط انیشتین و دو تن از همکارانش، پودالسکی و روزن نوشته شد که با مخفف نام های آن **EPR** شناخته می شود. این مقاله ثابت کرد که یا تئوری کوانتوم نادرست است یا اینکه آن ظاهرا غیر ممکن را ممکن

می سازد. EPR نشان داد که در آن باید امکان پذیر باشد که یک جفت ذره کوانتومی را در حالتی ایجاد کرد که با عنوان درهم‌تنیدگی شناخته می‌شود. درهم‌تنیدگی حالتی است که این ذرات می‌توانند جدا از یکدیگر در جهات مخالف هم در جهان باشند و تغییری در یکی بلافاصله در دیگری بازتابیده شود. به هر راهی بود آن‌ها توانستند به صورت لنی ارتباط برقرار کنند. انیشتین فکر می‌کرد که توانسته است یک شکاف در تئوری کوانتوم پیدا کند، اما در عوض یکی از جالب توجه ترین توانایی های ذرات کوانتومی را برجسته کرد. علاوه بر این، آزمایش‌ها مرتباً نشان دادند که درهم‌تنیدگی در حقیقت وجود دارد.

برای عامه مردم این‌گونه به نظر می‌رسد که درهم‌تنیدگی می‌تواند برای ارسال آنی پیام از یک سوی کیهان به سوی دیگر مورد استفاده قرار گیرد، اما این‌گونه نیست. اطلاعاتی که درهم‌تنیده می‌شوند و قادر به ارتباط برقرار کردن هستند تصادفی بوده و غیرممکن است که کنترل شوند.

برای دورنوردی موفقیت آمیز یک شی، دستگاه دورنورد باید یک کپی دقیق از آن ایجاد کند، در حد حالت کوانتومی هر ذره اش. اگر این‌گونه نباشد، نسخه ی دورنوردی شده کاملاً متفاوت خواهد بود. به هر حال، حتی اگر ما بتوانیم یک کپی دقیق از یک شی را ایجاد کنیم، غیر ممکن است که حالت کوانتومی ذره را بدون دگرگون کردنش کشف کنیم. این به آن معناست که غیر ممکن است که یک کپی کامل از یک ذره ی کوانتومی را برای تولید

دوقلوهای یکسان ایجاد کرد - چیزی که در سال ۱۹۸۰ توسط دو فیزیک‌دان به صورت ریاضیاتی اثبات شد.

به هر حال روزنه ای وجود دارد. آن امکان پذیر است که ویژگی ها را از یک ذره به ذره ای دیگر انتقال دهیم, به شرط آنکه مقادیر هرگز آشکار نشوند که این بدین معناست که ذره ی اصلی تا انتهای کار درهم آمیخته باشد.

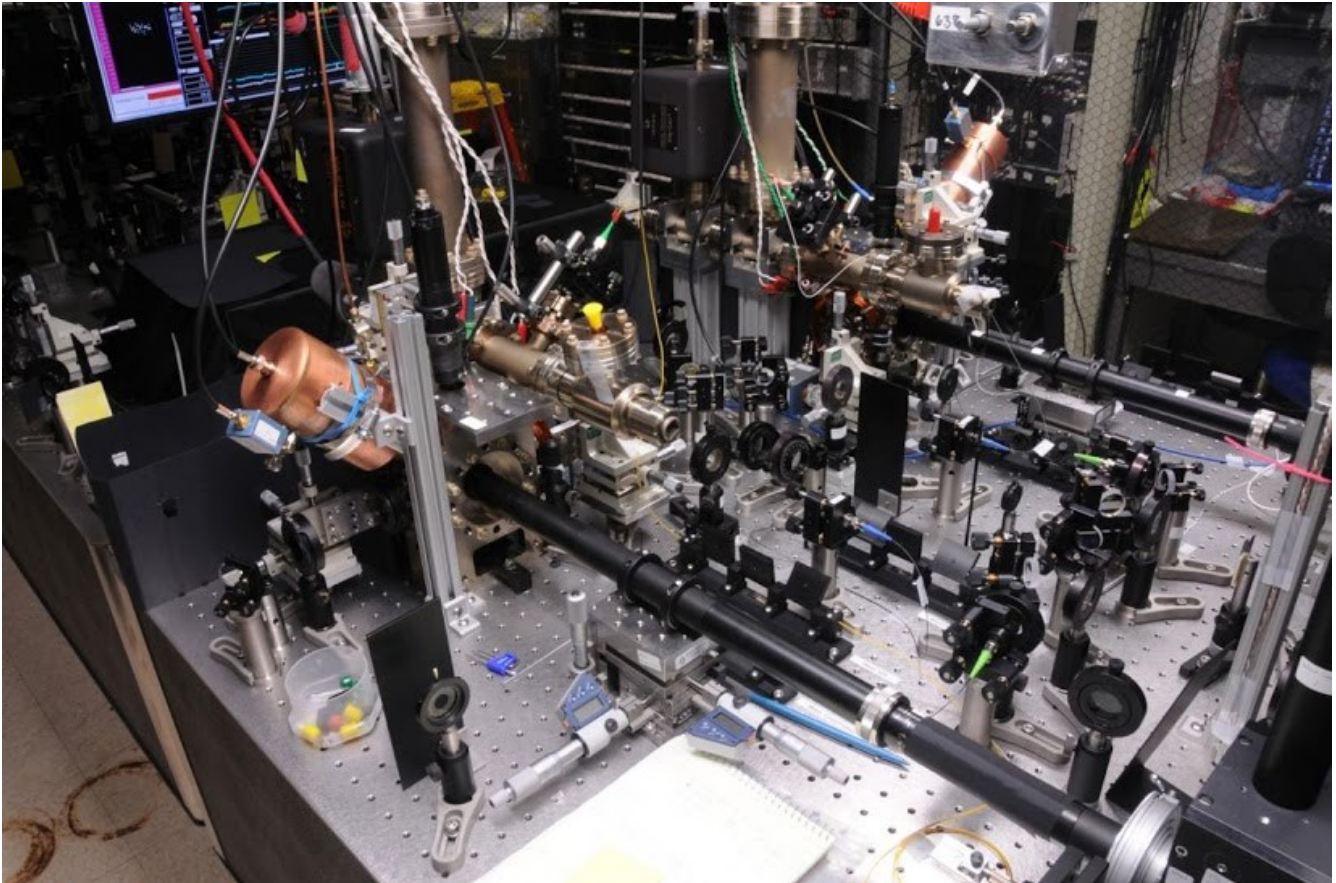
درهم‌تنیدگی مکانیزم موردنیاز برای اینکه این اتفاق بیافتد را فراهم می کند. این ایده در یک نشست در مونترآل در سال ۱۹۹۳ مطرح شد. چارلز بنت یک پژوهشگر در IBM, پیشنهاد کرد که یک جفت از ذرات درهم‌تنیده می توانند یک کانال ارتباطی بنیادی پنهان را فراهم کند. همان‌گونه که گیلس, برگزار کننده ی این رویداد توضیح داد: «بعد از دو ساعت آشفتگی فکری, پاسخ دورنوردی از آب درآمد. درواقع آن کاملاً ناگهانی بود.»

انجام دورنوردی کوانتومی نیازمند استفاده از سه ذره است. ما با یک جفت ذره ی درهم‌تنیده شروع می کنیم, یکی را روی فرستنده نگه می داریم و دیگری را به گیرنده می فرستیم.

ذره ی سوم همانی است که دورنوردی می شود. او وارد واکنش با ذره ی درهم‌تنیده ی اول می شود, بی درنگ دگرگونی های مشاهده نشده ای در شریک درهم‌تنیده در انتهای گیرنده ایجاد می شود. سپس فرستنده اندازه گیری هایی را روی دو ذره ی خود انجام می دهد. این فرآیند اطلاعات را آشکار می سازد, آن داده ها با ارتباطات متداول برای ذره دور دست فرستاده

می شوند. نتیجه: ذره ی درهم تنیده ی دوردست در همان حالت منبع قرار می گیرد. این گونه یک ذره به طور موثری از **A** به **B** فرستاده شده است. تنها چهار سال بعد بود که آنتون تسایلینگر و فرانسسکو دی مارتینی بخشی از دورنوردی را نشان دادند، قطبش یک فوتون را به دیگری انتقال دادند. [قطبش یکی از ویژگی های امواج است که جهت نوسان را نشان می دهد.] در سال ۲۰۰۴ تسایلینگر قطبش فوتون منبع را از میان رودخانه ی دلنوب دورنوردی کرد، فوتون درهم تنیده را در یک کابل فیبر نوری در زیر رودخانه از میان فاضلاب ها فرستادند و اطلاعات قراردادی را به وسیله امواج مایکروویو از میان رودخانه به طول ۶۰۰ متر فرستادند. بعد از همه ی اینها ممکن است این گونه به نظر برسد که دورنوردی فوتون ها بی ربط است زیرا اینکه نور را از مکانی با سرعت بالا به مکانی دیگر فرستاد، مشکل نیست. اما اصول می توانند در مورد ذرات کوانتومی ماده به خوبی به کار برده شوند و دورنوردی فوتون ها نخستین گام پشتیبانی از یک رایانه کوانتومی است که از حالت های ذره های کوانتومی به عنوان «کیوبیت» استفاده می کند. کیوبیت واحد پایه ای پردازش کوانتومی و می توان گفت برابر کوانتومی بیت ها در رایانه های معمولی است.

دکتر رونالد هنسون از دانشگاه صنعتی دلفت می گوید: «دورنوردی کوانتومی تنها روشی است که ما می شناسیم که به وسیله ی آن می توانیم اطلاعات کوانتومی را به شکل مطمئنی در فواصل طولانی انتقال دهیم.»



با گذشت ۱۰ سال از زمان آزمایش دانوب، بیشتر کوشش‌ها به سمت دورنوردی‌های کوانتومی بزرگ و قابل تکرار رفته و فرآیند از فوتون‌ها به اتم‌ها تعمیم داده شده است. بدون دورنوردی کوانتومی، رایانش کوانتومی نیز نخواهد بود که امکان محاسبات کارآمدی را ارائه می‌دهد که رایانه‌های معمولی برای تکمیل آن به زمانی به اندازه‌ی عمر کیهان نیاز دارند.

در سال ۲۰۰۹ یک گروه از موسسه کوانتومی جوینت در دانشگاه مریلند و دانشگاه میشیگان یک حالت کوانتومی را از یک اتم به اتمی دیگر در یک متری اش دورنوردی کرد و این کار در ۹۰ درصد موارد موفقیت آمیز بود. کار

اصلی مریلند امسال در دانشگاه دلفت انجام شد. دورنوردی ویژگی که «اسپین» نام دارد بین الکترون ها در فاصله ی سه متری بانرخ موفقیت ۱۰۰ درصد. این الکترون ها درون الماس به دام انداخته شده بودند، یک الماس خالص یک شبکه (ساختاری سه بعدی) کامل از اتم های کربن است، اما با ترکیب کردن نیتروژن به عنوان ناخالصی در شبکه شکاف هایی ایجاد می شود که در پی آن یک الکترون به دام افتاده می تواند به عنوان یک کیوبیت عمل کند. این یک گام مهم دیگر بود برای اینکه دورنوردی کانالی ارتباطی برای یک رایانه کوانتومی کاربردی شود. دکتر هنسون توضیح داد: «آزمایش ما اولین آزمایشی است که دورنوردی را بین دو تراشه حالت جامد نشان می دهد. از آن جایی که ما باور داریم که اینترنت کوانتومی ترکیبی است از گره هایی که از تراشه های رایانه ای کوانتومی ساخته شده اند، این شاهکار بسیار مهم است.»

در همین زمان دیگران محدوده را توسعه دادند، با رکورد فعلی ۱۴۳ کیلومتر که به وسیله ی تسایلینگر کسب شده است.

یک ماهواره چینی که در سال ۲۰۱۶ پرتاب می شود آزمایش های ارتباطات کوانتومی را برای جستجوی احتمالات برای بررسی درهم تنیدگی و دورنوردی بین فضا و زمین همراه خود حمل می کند که نخستین گام اساسی برای ساخت اینترنت کوانتومی خواهد بود.

چنین به نظر می رسد که این آزمایش ها ارسال سه متری دلفت را کاملاً در

حاشیه قرار دهند، اما محدوده‌ی نرخ موفقیت آن‌ها تنها حدود ۱ در ۱۰۰۰ است. همین امر این روش را برای وظایف محاسباتی دنیای واقعی که بر دقت و درستی تکیه دارد غیر عملی می‌سازد و روش دلفت را در قله قرار می‌دهد، دکتر هنسون توضیح می‌دهد: «ما می‌دانیم زمانی که درهم‌تنیدگی را بدون تباه کردن آن ایجاد کنیم از این راه می‌توانیم از درهم‌تنیدگی در آزمایش بعدی برای دورنوردی استفاده کنیم که هر بار کار کند.»

به آرامی اما با اطمینان

راه زیادی برای پیمودن ملنده است. آن‌گونه که کریس مونرو از تیم میشیگان اظهار داشت، هردو آزمایش‌های میشیگان و دلفت یک ایراد دارند. او توضیح می‌دهد: «آن‌ها به طرز ناراحت‌کننده‌ای آهسته هستند: یک کیوبیت موفقیت آمیز در هر پنج دقیقه یا بیشتر اتفاق می‌افتد. احتمال موفقیت تولید درهم‌تنیدگی در هردو آزمایش بسیار کم بود، در حدود یک در ۱۰ میلیون و این یعنی هیچ راهی برای افزایش آن‌ها برای دورنوردی سیستم‌های بزرگتر نیست.»

به هر حال گروه مونرو برای تسریع دورنوردی با ضریب ۵۰۰۰ مدیریت شده که فرآیند را مقداری به یک راه حل عملی نزدیک تر می‌کند.

سرویس مخفی

ارتش ایالات متحده در حال توسعه ی یک سیستم ارتباطی کوانتومی برای ارسال پیام های محرمانه است. شکل اولیه روش از راه ایجاد فوتون هایی برای حمل اطلاعات و سپس اجازه دادن به آنها برای واکنش با جفت فوتون های درهم تنیده است، با نیمی از آنها که به گیرنده گسیل شده اند. هر کوششی برای اینکه جلوی فوتون ها را در بین راه بگیرند به وسیله ی منحرف شدن درهم تنیدگی حساس، آشکار می شود. چالش پیش روی دانشمندان ارتش ایالات متحده به حداقل رساندن صدمات وارده به فوتون ها در زمان گذر از میان آشفتگی میدان جنگ است. به نظر می رسد که دورنوردی برای رایانه های کوانتومی به زودی امکان پذیر باشد. اما آیا ما می توانیم زمانی یک جسم فیزیکی قابل لمس را دورنوردی کنیم؟

در مورد یک انسان به نظر ناممکن می رسد (به پیوست انتهای مقاله مراجعه کنید) و کریس مونرو اظهار داشت که حتی یک مولکول بزرگ تنها نیز یک چالش مهم ارائه می دهد. او می گوید: «اگر شما علاقمند به دورنوردی حالت یک مولکول DNA هستید، درجات زیادی از آزادی وجود دارد و پیکربندی های ممکن زیادی که بسیار مشکل می توان تصور کرد که این به زودی انجام گیرد.»

به عنوان نمونه برای یک فرد آیا شما می توانید ذرات را به صورت فیزیکی

ارسال کنید اما ساختارها را برای ساختن آن دورنوردی کنید؟
 مونرو می گوید: «زمانی که کاپیتان کرک از سیاره به سفینه ی اینترپرایز دورنوردی میشد، حتی یک اتم هم از بدنش سفر نکرد. در رسیدن پوسته تمام اتم هایی که او را می سازند بایستی پیش تر در آن جا باشند و تنها چیزی که حمل می شود پیکربندی دقیق و اطلاعات کوانتومی رمزنگاری شده بین تمام اتم های اوست. من نمی دانم که زیرلایه ی کاپیتان کرک چه شکلی خواهد بود اما گمان نمی کنم که خوش نما باشد.»
 ممکن نیست که ما به این زودی ها کسی را دورنگاری کنیم! اما حداقل دورنوردی کوانتومی ما را یک گام بزرگ به رایانه های کوانتومی قابل استفاده نزدیک تر کرد.

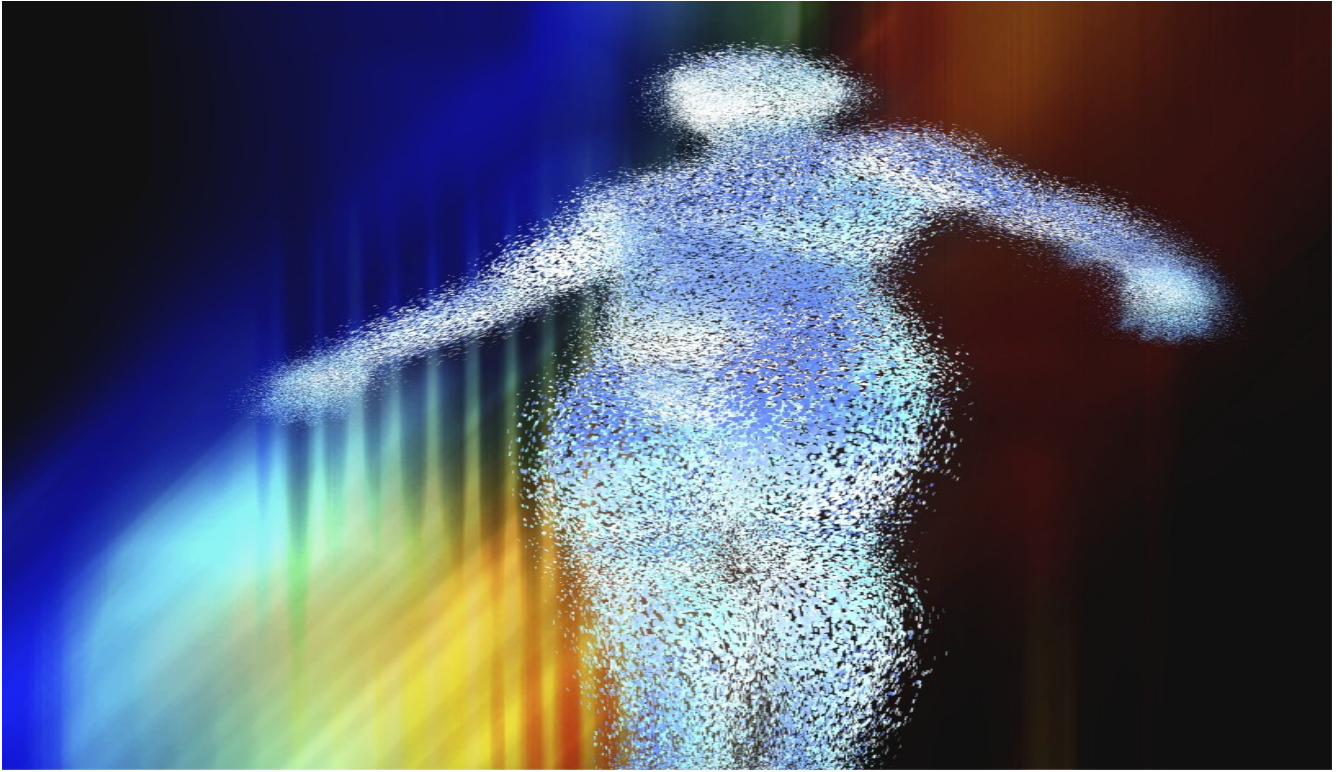
لینک مقاله اصلی:

<http://www.sciencefocus.com/issue/coming-age-teleportation>

لینک مقاله فارسی:

<http://mrgeo22.wordpress.com/2014/12/19/teleportation>

این مقاله در شماره ۱۴ نشریه دانشمند- آذرماه ۱۳۹۳- به چاپ رسیده است.



پیوست: آیا شدنی است که یک انسان را دورنوردی کنیم؟

میزان انرژی مورد نیاز برای دورنوردی یک فرد آن را نشدنی ساخته است، اما حتی اگر شما بتوانید منتقل شوید، آیا حاضرید؟

همچنان که مسافرت هوایی خسته کننده می شود، این ایده که به سادگی داخل اطاقکی در یک سمت دنیا پرت شوید و دوباره در سمت دیگر دنیا ظاهر شوید بسیار جذاب تر مینماید.

به هر حال، موانع تکنیکی بسیار زیادی در این راه وجود دارند. شاید شدنی باشد که یک تکه بسیار کوچک را دورنوردی کنیم، مانند یک ویروس، اما برای هرچیز بزرگتری محدودیت های فیزیکی وجود دارند که به آن معنی

است که ضروری است تا انتقال به صورت ذره به ذره صورت گیرد. حتی جدا از ناتوانی ما برای دستکاری دقیق ماده در آن سطح، ابعاد موضوع شگفت انگیز است. بدن یک انسان شامل حدود ۷ ضرب در ۱۰ به توان ۲۷ اتم است (به معنای ۱ با ۲۷ صفر جلویش). تصور کنید که شما بتوانید یک ترلیون اتم را در هر ثانیه پردازش کنید، هنوز هم ۷ ضرب در ۱۰ به توان ۱۵ ثانیه طول می کشد تا تمام شخص را اسکن کنید که ۲۰۰ میلیون سال است! هم چنین مقدار شگرفی داده باید ارسال شود که هزینه انرژی بالایی دارد. یک تخمین محافظه کارانه آن را حدود ۱۰ به توان ۱۲ گیگاوات ساعت دانسته است. گنجایش نیروگاه بریتانیا سال گذشته ۸۳ گیگاوات بود، پس دورنوردی یک انسان توان تولیدی بریتانیا در طی بیش از یک میلیون سال را مصرف می کند.

نکته مهم دیگر اینجاست: حتی اگر نجام آن شدنی باشد مسافران برای استفاده از دستگاه دورنوردی بی میل و مردد خواهند بود. به یاد داشته باشید که این کار شما را از نقطه **A** به **B** منتقل نخواهد کرد. در عوض شما را تکه تکه می کند، اتم به اتم بدن شما را تجزیه می کند و یک کپی یکسان می سازد. بلی، «شمای دورنوردی شده» از دید دیگران کاملاً مانند شما به نظر می رسد، با همان اندیشه ها و خاطره ها. اما آن یک کپی خواهد بود و شما از بین خواهید رفت...