شنبه 06 تیر 1405 - 06:22

چرا دوربین روی تلفن هوشمندمان را مدیون «اینشتین» هستیم؟

اثر فوتوالکتریک، فناوری‌هایی مانند دزدگیرها، صفحات خورشیدی و دوربین گوشی هوشمند ما را شکل داده است و آن چه در مورد این اثر می‌دانیم را مدیون «آلبرت اینشتین» هستیم.

اثر فوتوالکتریک، فناوری هایی مانند دزدگیرها، صفحات خورشیدی و دوربین گوشی هوشمند ما را شکل داده است و آن چه در مورد این اثر می دانیم را مدیون «آلبرت اینشتین» هستیم.

به گزارش ایسنا، مهندس، فلاش دوربین را برداشت، آن را به سمت رایانه کوچک روی میز نشانه رفت و شاتر را زد. برای کسری از ثانیه، نور سراسر اتاق را فرا گرفت. همه پلک زدند و سپس متوجه شدند که رایانه از کار افتاده است.

به نقل از وب سایت جایزه نوبل، گروه رزبری پای (Raspberry Pi) به تازگی تایید کرده بود که محصولشان، یک رایانه ارزان قیمت که به مدارس و علاقه مندان به الکترونیک فروخته می شد، از سوژه عکس شدن خوشش نمی آید؛ دست کم زمانی که عکس با یک فلاش بزرگ زنون گرفته شود.

ابن آپتون، بنیان گذار رزبری پای، می گوید: همه ما از این که توانستیم آن را از کار بیندازیم، حسابی سرگرم شدیم.

آن ها متوجه شده بودند که یکی از تراشه های رایانه نسبت به اثر فوتوالکتریک حساس است؛ پدیده ای که در آن نور باعث آزاد شدن الکترون ها و در نتیجه ایجاد جریان الکتریکی می شود. اگر بخواهیم ساده بگوییم، نوعی «کلید برق معکوس» است.

آپتون و همکارانش انتظار چنین مشکلی را نداشتند. این نقص کمتر از یک هفته پس از عرضه رزبری پای ۲ در اوایل سال ۲۰۱۵ توسط یکی از کاربران کشف شد. در نسخه های بعدی این رایانه، روی تراشه دردسرساز پوششی سیاه و به اندازه کافی ضخیم قرار داده شد تا نور ورودی را جذب کند.

بیش از یک قرن پیش از آن، آلبرت اینشتین در مقاله ای پیشگامانه اثر فوتوالکتریک را توصیف کرده بود؛ در یکی از چهار مقاله بنیادینی که او در سال ۱۹۰۵، زمانی که کارمند اداره ثبت اختراعات سوئیس بود، منتشر کرد. او بعدها در سال ۱۹۲۱ به خاطر این دستاورد جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرد و آن را در سال ۱۹۲۲ تحویل گرفت.

اثر فوتوالکتریک بعدها در شکل گیری طیف گسترده ای از فناوری ها نقش اساسی ایفا کرد؛ از دزدگیرهای ضدسرقت گرفته تا پنل های خورشیدی و دوربین گوشی هوشمند شما.

پدیده های عجیب

برای درک بهتر این موضوع، باید به پرسشی بازگردیم که ذهن اینشتین را در سال ۱۹۰۵ به خود مشغول کرده بود: نور از چه ساخته شده است؟

در آن زمان بسیاری از دانشمندان معتقد بودند که نور صرفا یک موج است؛ موجی که به باور برخی در سراسر جهان از طریق «اتر نورانی» نامرئی حرکت می کند. اما اینشتین این ایده را مضحک می دانست.

استیو گیمبل از کالج گتیزبرگ آمریکا می گوید: از نظر اینشتین، این مفهوم چیزی شبیه وجود بابانوئل بود.

دانشمندانی از جمله «هاینریش هرتز» پیش تر نمونه هایی از اثر فوتوالکتریک را نشان داده بودند؛ آن ها با استفاده از نور جرقه های کوچکی ایجاد می کردند یا قطعاتی از ورقه طلایی را از نظر الکتریکی باردار می کردند تا یکدیگر را دفع کنند.

گیمبل می گوید: برخی پدیده های عجیب و توضیح ناپذیر وجود داشت که در آن ها نور می توانست برق تولید کند و این موضوع ذهن دانشمندان را کاملا متحیر کرده بود، زیرا ظاهرا هیچ منطقی نداشت.

عجیب ترین نکته این بود که شدت نور بر انرژی الکترون های تولیدشده تاثیری نداشت، اما فرکانس یا رنگ نور تأثیرگذار بود. این

موضوع واقعا گیج کننده بود. مگر نه این که نور بیشتر باید به معنای انرژی بیشتر باشد؟ اما اینشتین دریافت که اگر نور فقط از موج تشکیل نشده باشد و علاوه بر آن شامل بسته ها یا ذرات مجزایی باشد که بعدها «فوتون» نام گرفتند، آنگاه انرژی همین ذرات منفرد می تواند توضیح این پدیده باشد.

پل دیویس از دانشگاه یورک توضیح می دهد: وقتی یک فوتون به یک الکترون برخورد می کند، آن را برانگیخته می کند. اگر آن فوتون انرژی کافی داشته باشد، اثر فوتوالکتریک رخ می دهد و الکترون از ماده آزاد می شود.

چرا دوربین روی تلفن هوشمندمان را مدیون اینشتین هستیم؟

برای تصور بهتر، فرض کنید چوب های کوچک دینامیت را داخل یک بشکه باز پر از گلوله های توپ پرتاب می کنید. انفجارهای کوچک، هرچقدر هم تکرار شوند، توان بیرون انداختن گلوله ها را ندارند. اما اگر از دینامیتی قوی تر و پرانرژی تر استفاده کنید، گلوله ها به بیرون پرتاب خواهند شد.

مقدار انرژی یک فوتون مستقیما با رنگ نور مرئی ارتباط دارد. برای مثال، فوتون های نور آبی روی طول موج های کوتاه تر حرکت می کنند و انرژی بیشتری نسبت به فوتون های نور قرمز دارند. به همین دلیل هرتز در یکی از آزمایش های خود مشاهده کرد که نور فرابنفش بسیار پرانرژی، جرقه های قوی تری ایجاد می کند.

گیمبل تاکید می کند که اینشتین این نظریه را از هیچ خلق نکرد. او نه تنها از پژوهش های هرتز و دیگر دانشمندان بهره گرفت، بلکه از نظریه «کوانتا» فیزیکدان «ماکس پلانک» نیز الهام گرفت؛ نظریه ای که بر اساس آن، تابش ها از جمله نور از بسته های مجزای انرژی تشکیل شده اند. پلانک نیز بعدها در سال ۱۹۱۸ جایزه نوبل فیزیک را دریافت کرد. با این حال، در سال ۱۹۰۵ این ایده هنوز بسیار بحث برانگیز و جنجالی بود.

کار اینشتین بحث برانگیز بود؛ به ویژه نظریه نسبیت خاص او. برخی از اعضای کمیته نوبل فیزیک در آن زمان درباره اعطای جایزه به او تردید داشتند و هنگامی که سرانجام این جایزه را به او دادند، آن را به خاطر پژوهش هایش درباره اثر فوتوالکتریک اعطا کردند، نه نظریه نسبیت.

دانشمندان سال ها درباره این که آیا این بهترین انتخاب بوده است یا نه بحث کرده اند، اما تردیدی وجود ندارد که بهره برداری از اثر فوتوالکتریک شیوه کار جهان امروز را تغییر داده است، زیرا فناوری های بی شماری به آن وابسته اند.

برای مثال، حسگرهای حرکتی در سامانه های دزدگیر، پرتویی از نور فروسرخ منتشر می کنند. هنگامی که یک مزاحم این پرتو را قطع می کند، میزان نوری که به حسگر می رسد، تغییر می کند و در نتیجه جریان الکتریکی دگرگون می شود؛ همین تغییر باعث فعال شدن آژیر هشدار می شود.

از خط پایان المپیک تا خودروهای هوشمند

سلول های فوتوالکتریک در خطوط پایان مسابقات المپیک برای تشخیص دقیق لحظه عبور دوندگان از خط پایان به کار گرفته شده اند. این فناوری همچنین به کشتی ها امکان داده است مه را تشخیص دهند و به طور خودکار بوق مه کش خود را فعال کنند. علاوه بر این، خودروها را قادر ساخته است هنگام بارش باران، برف پاک کن های خود را به صورت خودکار روشن کنند.

البته از نظر فنی، اثر فوتوالکتریک به پدیده ای گفته می شود که در آن الکترون ها از یک ماده خارج می شوند. اما «پل دیویس» توضیح می دهد که این پدیده ارتباط نزدیکی با اثر فتوولتائیک دارد؛ فرایندی که در آن جابه جایی الکترون ها باعث عبور جریان الکتریکی از میان مواد مجاور می شود. سلول های خورشیدی نیز دقیقا از همین اصل استفاده می کنند. آن ها نور خورشید را به برق تبدیل می کنند و با تأمین انرژی پاک و تجدیدپذیر برای شبکه های برق، به مقابله با تغییرات اقلیمی کمک می کنند.

حسگرهای سیلیکونی

یکی دیگر از کاربردهای بسیار مهم اثر فوتوالکتریک، حسگرهای دوربین هستند؛ بخش حساس به نور در دوربین های دیجیتال که وظیفه ثبت تصاویر را بر عهده دارد.

تقریبا همه این حسگرها از فناوری CMOS استفاده می کنند؛ فناوری ای که در دهه ۱۹۹۰ در ناسا برای استفاده در مأموریت های

فضایی بهینه سازی شد، اما بعدها در میلیاردها گوشی هوشمند به کار رفت.

اریک فوسام، مهندسی که روی این پروژه کار می کرد، می گوید: حسگر تصویری CMOS را می توان دستگاهی ایده آل دانست. در نهایت این فناوری به کاربردی انقلابی دست یافت. سیلیکون ماده اصلی مورد استفاده در حسگرهای CMOS است. فوسام که اکنون در کالج دارتموث فعالیت می کند، توضیح می دهد که اثر فوتوالکتریک در سیلیکون با بسیاری از رنگ های نور فعال می شود. او می گوید: فرقی نمی کند نور سبز باشد، قرمز یا آبی؛ هر فوتون دقیقا یک الکترون آزاد می کند. از این نظر خوش شانس هستیم.

این ویژگی زمانی اهمیت پیدا می کند که بخواهیم رنگ های یک سوژه را با جزئیات کامل ثبت کنیم. امروزه بیشتر دوربین های گوشی های هوشمند از حسگرهای CMOS استفاده می کنند.

دیدن در تاریکی با شمارش فوتون ها

فوسام و همکارانش اکنون روی نسل جدیدی از حسگرهای تصویربرداری کار می کنند که قادرند کوچک ترین مقدار قابل تصور نور، یعنی یک فوتون منفرد را تشخیص دهند. این تجهیزات که «شمارشگر فوتون» نیز نامیده می شوند، هم اکنون در آزمایشگاه های علمی استفاده می شوند، اما می توانند فناوری های تصویربرداری دیجیتال را متحول کنند.

برای مثال، این حسگرها می توانند کیفیت تصاویر دستگاه های سی تی اسکن پزشکی را بهبود ببخشند و در عین حال میزان تابش دریافتی بیماران را کاهش دهند. اما کاربردهای احتمالی آن ها به اینجا ختم نمی شود. فوسام می گوید: با این فناوری جدید، عملا توانایی دیدن در تاریکی را خواهیم داشت.

چشم های مصنوعی و خودروهای خودران

یکی دیگر از دانشمندانی که روی فناوری های مبتنی بر اثر فوتوالکتریک کار می کند، دیمیترا جورجیادو از دانشگاه ساوتهمپتون است.

او و همکارانش در حال توسعه فناوری هایی هستند که می توانند نور را تشخیص دهند و اطلاعات مربوط به آن را بدون نیاز به ارسال داده ها به یک رایانه مرکزی پردازش کنند.

جورجیادو می گوید: این کار مصرف انرژی را به طور چشمگیری کاهش می دهد. چنین فناوری ای می تواند به توسعه چشم های بیونیکی بسیار پیشرفته کمک کند و از طریق طراحی تجهیزات کوچک تر، کم مصرف تر و قابل کاشت تر، امکان بازگرداندن بینایی به افراد نابینا را فراهم کند.

همچنین این فناوری می تواند به خودروهای خودران کمک کند تا در شرایط خطر، تصمیم های سریع تری برای ترمز گرفتن اتخاذ کنند.

درخشش اسرارآمیز ماه

فناوری های حسگر نوری که جورجیادو روی آن ها تمرکز دارد، برخلاف بسیاری از سامانه های کنونی، بر پایه سیلیکون نیستند؛ بلکه از مواد آلی حاوی کربن ساخته می شوند.

این مواد را می توان طوری تنظیم کرد که تنها به رنگ های خاصی از نور واکنش نشان دهند و حتی روی بسترهای انعطاف پذیر چاپ شوند. برای مثال، چنین فناوری می تواند در حسگرهای پوشیدنی کم مصرف به کار رود که با تاباندن مقدار کمی نور از میان پوست و رگ ها، ضربان قلب و میزان اکسیژن خون نوزادان نارس را پایش می کنند.

از زمانی که اینشتین در سال ۱۹۰۵ نظریه خود درباره اثر فوتوالکتریک را ارائه کرد، انسان ها کاربردهای شگفت انگیز فراوانی برای آن یافته اند. اما داستان به همین جا ختم نمی شود. درک این برهم کنش خارق العاده میان نور و ماده، جزئیات جالبی را نیز درباره نحوه کارکرد جهان هستی آشکار کرده است.

در دهه ۱۹۶۰، برخی از نخستین فرودگرهای ماه از افق این قمر عکس گرفتند و متوجه پدیده ای عجیب شدند: درخششی مرموز

که شبیه غروب خورشیدِ در حال محو شدن بود. اما ماه، برخلاف زمین، جو قابل توجهی ندارد و این پراکندگی نور توسط ذرات موجود در جو زمین است که هنگام چرخش سیاره، طلوع و غروب خورشید را برای ما پدید می آورد. پس این درخشش ماه از کجا می آمد؟ معلوم شد که نور خورشید به گرد و غبار روی سطح ماه برخورد می کند و از طریق اثر فوتوالکتریک، به آن بار الکتریکی مثبت می دهد.

بنابراین، این ذرات کوچک گرد و غبار یکدیگر را دفع می کردند و به صورت دوره ای بر فراز سطح ماه شناور می شدند. با انجام این کار، نور خورشید تازه غروب کرده را به خود جذب می کردند و آن درخشش جادویی را ایجاد می کردند.