

توانایی انسان در تشخیص اختلافات در حد نانو



Primary Sight Magazine
دو ماهنامه فرهنگی اقتصادی | سال اول
شماره سوم | صفحه ۶

مفالات تخصصی

چشم انسان یک وسیله سنجش شگفت انگیز است و می تواند به درستی و با دقت زیاد؛ کوچک ترین، ریزترین و دقیق ترین اختلافات رنگی را تشخیص و تمیز دهد.

با اینکه بینایی انسان در یک محدوده نسبت به سایر جانداران برتری دارد و با وجود محدودیت های طبیعی اپتیکی انسان، به نظر می رسد که در مشاهده و درک جزئیات ریز نسبت به دیگران خطای کمتری داشته باشد.

در مقاله ای در نشریه ی "Optical Society" که به صورت ماهنامه منتشر می شود آمده است، گروهی از محققان دانشگاه اشتوتگارت آلمان و دانشگاه ایسترن فنلاند، قدرت دید رنگی چشم انسان را بررسی کرده و دریافته اند که چشم انسان قادر است، اختلاف ضخامت در میان اشیاء را در مقیاس کم تر از چند ده نانومتر (نانومتر یک میلیونیم میلی متر است، به عبارت دیگر هر یک میلیون نانومتر یک میلی متر خواهد بود) - در حدود ضخامت یک غشای سلولی یا یک ویروس تکی - تشخیص دهد.

به منظور اثبات این توانایی چشم و با گذر از آن سوی انکسار محدود چشم انسان، به گروه کوچکی از داوطلبان، جهت شناسایی تفاوت های رنگی در نور با دقت فوق العاده و با استفاده از فیلم های باریکی از جنس اکسید تیتانیوم که به شدت کنترل شده و در شرایط نوری دقیق عبور کرده بود، آموزش های لازم داده شد. نتیجه، نشان دهنده ی یک سری همسان و قابل ملاحظه در آزمایش ها و بیانگر پتانسیل بالقوه چشم انسان بود که می تواند با ابزارهای مصنوعی اپتیکی رقابت کرده و ضخامت را تا این حد جزئی و به عنوان یک الیسومتر اندازه گیری و آشکار کند (الیسومتر یا روش بیضی سنجی تکنیکی برای سنجش ضخامت و ضریب شکست لایه های نازک می باشد).

"ما توانستیم ثابت کنیم، چشم انسان به طور خود به خودی قادر است تا ضخامت یک فیلم نازک را - فیلم ها از موادی با ضخامت در حدود نانومتر هستند - به سادگی مشاهده ی رنگ و تحت شرایط نوری خاص تعیین کند." این مطلب را سندی پیتر هنزل از دانشگاه اشتوتگارت و نویسنده این مطلب بیان می کند. آزمایش واقعی در دانشگاه ایسترن فنلاند انجام شد.

رنگ و ضخامت در فیلم های نازک

فیلم های نازک، برای کاربردهای متنوعی از قبیل تجاری و کارخانه ای، شامل پوشش های ضد بازتاب روی پنل های خورشیدی ضروری هستند. این فیلم ها می توانند به کوچکی به اندازه ضخامت چند ده نانومتر باشند. این فیلم های نازک مورد استفاده در آزمایش، با اتصال لایه های پی در پی اتم های تنها روی یک سطح، ایجاد شده بودند. با وجود دقت بالای این روش، روند آن زمانبر است و عملاً از دیگر روش ها مانند رسوبگیری بخار در صنعت استفاده می شود.

ویژگی های اپتیکی این فیلم نازک به گونه ای است که وقتی نور متقابلاً روی سطوح آن اثر می کند، دامنه وسیعی از رنگ ها را تولید می کند. این پدیده مانند تولید رنگ های درخشان حباب های صابون و حباب های نفتی روی آب است.

رنگ های خاص تولید شده توسط این فرآیند، وابستگی شدیدی به ترکیبات مواد، ضخامت آن ها و ویژگی های نور وارد شده دارند. گاهی اوقات حساسیت بالا به هر دو عامل مواد و ضخامت موجب شده تا مهندسان ماهر، برای تخمین سریع از فیلم هایی به ضخامت تقریباً ۱۰ تا ۲۰ نانومتر، استفاده کنند.



این موضوع موجب شد تا تیم تحقیقاتی، محدودیت‌های بینایی انسان را آزمایش کرده و ببینند چگونه اختلافات کوچک می‌تواند تحت شرایط ایده‌آل کشف شود. پیتزهنزل می‌گوید: "با این که قوه تجزیه و تحلیل عدسی چشم انسان فضایی است و ممکن است ضعف بزرگی برای مشخص کردن مستقیم ضخامت فیلم باشد، اما تداخل رنگ‌های بسیار معروف و شناخته شده‌ای وجود دارند که بسیار حساس به تغییرات و اختلافات در فیلم‌ها هستند."



Primary Sight Magazine

دوماهنامه فرهنگی اقتصادی | سال اول

شماره سوم | صفحه ۷

مقالات تخصصی

روش آزمایش

روش آزمایش، فوق‌العاده آسان بود. یک سری از فیلم‌های نازک از یک لایه دی‌اکسید تیتانیوم و در یک زمان توسط رسوبگیری اتمی ساخته شده بودند.

با گذشت زمان، این روش دانشمندان را قادر ساخت تا ضخامت نمونه‌ها را به دقت کنترل کرده و محدودیت‌های چگونگی تعیین اختلافات کوچک در روش تحقیق را مورد آزمایش قرار دهند. سپس نمونه‌ها روی یک نمایشگر LCD که نصب شده بود، قرار داده شدند تا رنگ سفید خالص را به استثنای محدوده مبنای مقایسه‌ی رنگی که می‌تواند برای مطابقت با رنگ‌های ظاهری سطح فیلم‌های نازک با ضخامت‌های متنوع باشد، نمایش دهد.

رنگ میدان مرجع سپس توسط آزمودنی‌های آزمایش عوض شد تا کاملاً با نمونه مرجع مطابقت داشته باشد: تعیین و شناسایی صحیح رنگ به این معنا بود که محققان به واسطه آن، ضخامت را هم درست تعیین کنند. برای برخی از نمونه‌ها و تست‌های آزمایش، تخمین ضخامت فقط ۱ تا ۳ نانومتر با اندازه واقعی اندازه‌گیری شده توسط وسایل متداول تفاوت داشت. این میزان دقت بسیار فراتر از بینایی طبیعی بشر است.

در مقایسه با روش‌های خودکار سنتی که تعیین ضخامت یک فیلم نازک، می‌تواند ۵ تا ۱۰ دقیقه برای هر نمونه طول بکشد، چشم انسان کارآیی و عملکردی بسیار مطلوب‌تری خواهد داشت. اما از آنجایی که چشم انسان بسیار زود خسته می‌شود، این روش نمی‌تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های خودکار باشد. با این حال، راهکاری است که در یک بررسی سریع به یک کارشناس فنی و با تجربه کمک خواهد کرد.

"ذات مطالعه ما، منحصراً مقایسه دید رنگی انسان با روش‌های مصنوعی نبود." پیتزهنزل با بیان این مطلب می‌افزاید: "بلکه انگیزه و محرک اصلی ما، کشف این موضوع بود که چقدر این نگرش می‌تواند دقیق باشد."

او در خاتمه نتیجه‌گیری می‌کند که: "محققان می‌اندیشند، اگر عوامل کنترل دیگری هم در مکان باشند؛ امکان کشف تغییرات بسیار جزئی‌تری نیز وجود دارد. مردم اغلب احساس انسانی و ارزش آن را در مهندسی و علم دست کم می‌گیرند. این آزمایش ثابت کرد که قوه بینایی انسان می‌تواند به فعالیت‌های منحصر به فردی دست یابد که معمولاً آن‌ها را به ماشین‌آلات مصنوعی و گران‌واگذار می‌کنیم."

مرجع:

Optical Society Magazine