ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری
ستاد توسعه فناوری فوتونیک، لیزر
مواد پیشرفته و ساخت

ماهنامه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته

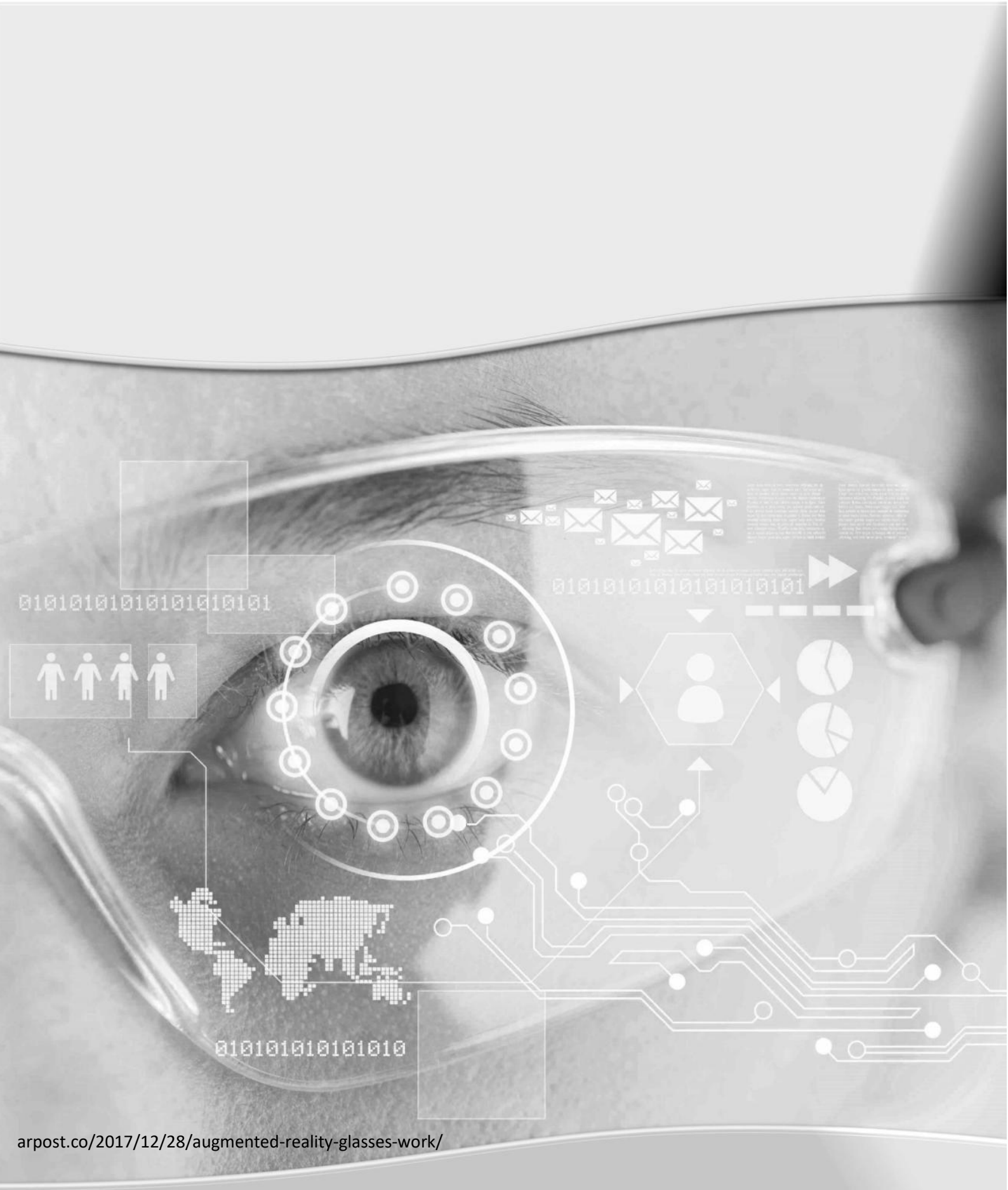
سال دوم. شماره ۶. فروردین ۱۴۰۰

پوست مصنوعی با حساسیتی بیشتر از پوست انسان

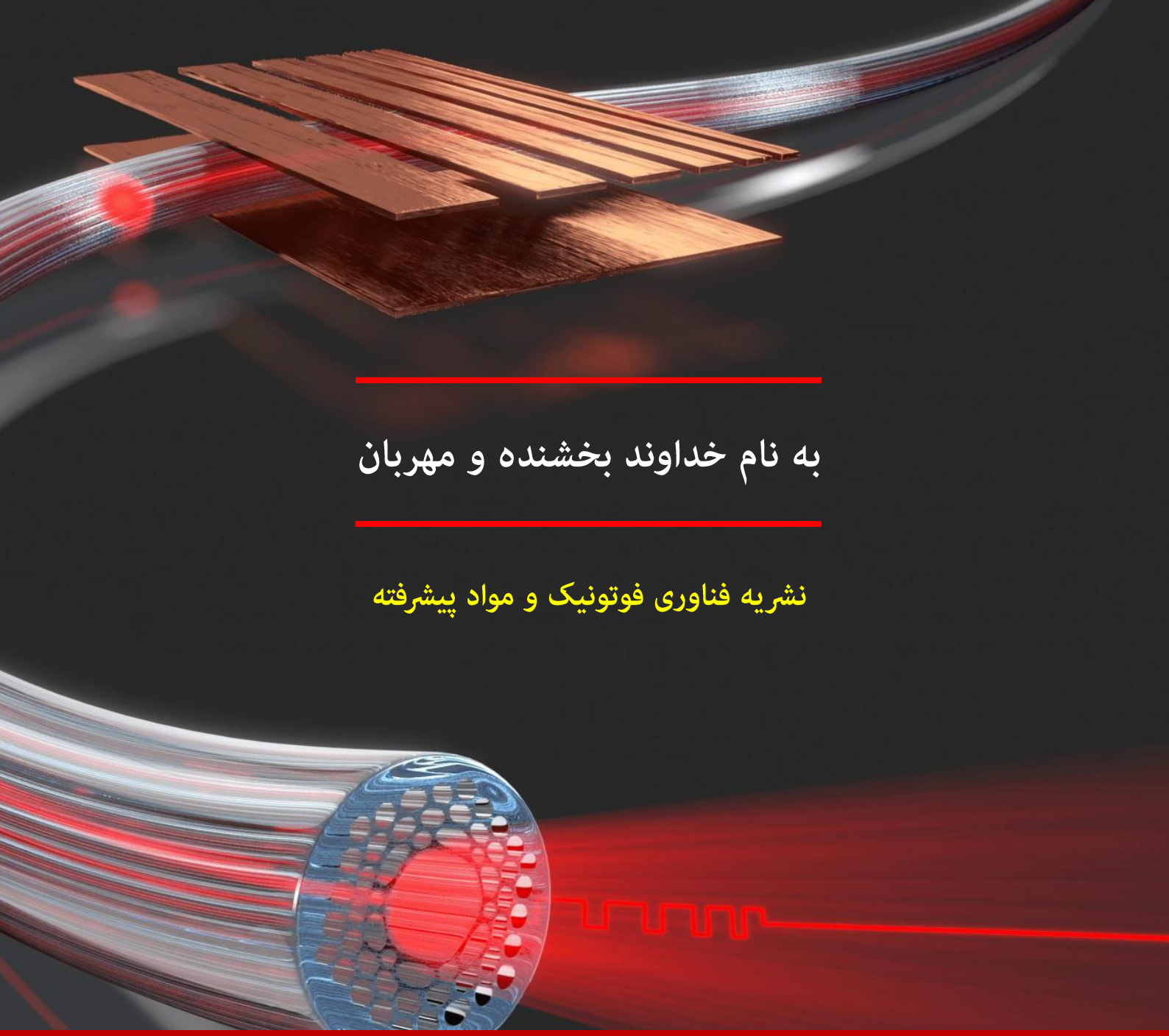
شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه منسوجات هوشمند

فناوری‌های پوشیدنی دستیاران هوشمند پزشکان

فراعدسی‌های آکروماتیک نسل جدید



arpost.co/2017/12/28/augmented-reality-glasses-work/



به نام خداوند بخشنده و مهربان

نشریه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته

ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری
ستاد توسعه فناوری فوتونیک، لیزر، مواد پیشرفته و ساخت

نشریه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته

صاحب امتیاز: ستاد توسعه فناوری فوتونیک، لیزر، مواد پیشرفته و ساخت

مدیر مسئول و سردبیر: محمدحسین مجلس‌آرا

جانشین سردبیر: بابک عفافی

ویراستار و ناظر علمی: سیده ثریا موسوی

تحریریه: المیرا بلندهمت، مریم بهروان، علی کاویانفر، علی کاظم‌پور، مرتضی احمدی

سیده ثریا موسوی، بابک عفافی

گروه مشاورین: سیامک میرزازاده، مریم بهرامی کهیش‌نژاد، زهرا عربگل، سید حسین نکومنش‌فرد، سید محمد قریشی
پشتیبانی: کیومرث مهدی‌نیا گتابی

تارنما: pam.isti.ir
کانال نشریه: t.me/PAM_Tech
صفحه اینستاگرام: https://instagram.com/pam_tech_
صفحه کانال آپارات: https://www.aparat.com/PAM_Tech
پست الکترونیک سردبیر: deputy@pam.isti.ir
پست الکترونیک جانشین سردبیر: babak.efafi@gmail.com

تلفن: ۰۲۱۲۲۱۸۳۱۱۳
نشانی: تهران، خیابان زعفرانیه، خیابان شهید سرلشکر فلاحی، کوچه شیرکوه، پلاک ۱۱، ساختمان شماره دو معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

سخن سردبیر

از دیرباز تاکنون، بشر همواره در تکاپوی بهبود کیفیت زندگی خود بوده است. این تلاش‌ها در قرن هجدهم میلادی با ورود به دوره انقلاب صنعتی و به کارگیری ابزار مکانیکی و ماشین‌ها به جای نیروی انسانی، نمود بیشتری یافت. دوره انقلاب صنعتی با اختراع ماشین بخار آغاز شد و در اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم با تولید موتورهای احتراق و ابزار ارتباطات به انقلاب فناوری انجامید و در اواخر قرن بیستم با پیشرفت صنایع الکترونیک انقلاب صنعتی سوم یا انقلاب دیجیتال پا به عرصه ظهور گذاشت و تحولات اساسی را در زندگی بشر ایجاد کرد. امروزه با تلفیق هرچه بیشتر علم و فناوری، با توسعه هوش مصنوعی، انقلاب صنعتی چهارم یا انقلاب فناوری‌های هوشمند شکل گرفته است. سرعت ظهور فناوری‌های جدید حاصل از انقلاب صنعتی چهارم آنقدر بالاست که در هر ثانیه تغییرات شگفت انگیزی در تمام دنیا ایجاد می‌کند. پیامد این تحولات بسیار سریع مرگ شرکت‌های غول پیکر و ایجاد شرکت‌های کوچکتر با بازدهی بالا است. در این دوره ابعاد شرکت، تضمینی برای بقا آن نخواهد بود و سرعت واکنش در مقابل کنش‌های موجود به کلید موفقیت و بقا در بازارهای جهانی تبدیل می‌شود. در این دوره حسگرهای فیزیکی با فناوری‌های مجازی و دیجیتال تلفیق می‌شوند و با حذف مرزهای بین دنیای فیزیکی و دنیای دیجیتال، ابزارهای مکانیکی هوشمندی را به وجود می‌آورند که دیگر به نیروی انسانی برای کنترل نیاز ندارند. در تمام انقلاب‌های صنعتی، پوشاک به عنوان نیاز اساسی بشر نقش مهمی را در تحول ابزار صنایع نساجی داشته است. همانطور که در انقلاب صنعتی اول بعد از ماشین بخار، ماشین‌های بافندگی ساخته شدند، در انقلاب فناوری‌های هوشمند نیز ابزار و مواد لازم برای تولید منسوجات هوشمند از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. سرعت پیشرفت در این حوزه آنچنان بالاست که طبق گزارش‌های بانک جهانی، تا پایان سال ۲۰۲۰ بالغ بر ۵۲ میلیارد دلار صرفا در حوزه پوشیدنی‌های هوشمند سرمایه‌گذاری شده است. منسوجات هوشمند عمدتا بر پایه ۲ شاخه فناوری، یکی در زمینه مواد پیشرفته هوشمند (برای تولید الیاف هوشمند) و دیگری در زمینه حسگرهای فیزیکی هوشمند (حسگرهای انعطاف پذیر قابل شستشو) طراحی و تولید می‌شوند. امروزه این منسوجات کاربردهای گسترده‌ای در زمینه پزشکی و ارتباطات دارند و روز به روز بر ارزش مالی بازارهای جهانی محصولات این حوزه افزوده می‌شود. لذا نشریه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته متناظر با سیاست‌های ستاد توسعه فناوری فوتونیک، لیزر، مواد پیشرفته و ساخت، بر خود لازم می‌داند گامی هرچند کوچک در راستای معرفی و توسعه فناوری‌های مرتبط با صنایع منسوجات هوشمند بردارد. به همین منظور در این شماره جدیدترین فناوری‌ها و محصولات منسوجات فوتونیکی ساخته شده از مواد پیشرفته هوشمند و حسگرهای هوشمند مورد بررسی قرار می‌گیرند. امید است با تلاش هرچه بیشتر صنعت‌گران و افزایش دانش فنی تولیدکنندگان از پیشرفت‌های اخیر این حوزه، محصولاتی با کیفیت مطابق با آخرین استانداردهای جهانی، در خور و شایسته اعتماد ستودنی هم‌میهنان عزیزمان تولید شود که به این ترتیب بتوانیم همگام با کشورهای پیشرفته دنیا در حوزه منسوجات هوشمند حرکت کنیم و سهم قابل توجهی از بازار گسترده جهانی این محصولات را به دست آوریم.

فهرست مطالب

اخبار فناوری

اخبار فناوری داخلی----------۱۰
ساخت سلول‌های خورشیدی قابل چاپ
لباس‌هایی خوشبو با تار و پودهای ضد باکتری!
پوشیدنی‌های ضد اشعه ایکس!
تجربه خوابی خوش با روبالشتی‌های ضدحساسیت!
با این کفش‌ها هوشمندانه قدم بردارید!
اخبار فناوری خارجی----------۱۴
ساخت پوست مصنوعی با حساسیتی بیشتر از پوست انسان!
تامین توان تجهیزات الکترونیکی با استفاده از یک ریزشبکه پوشیدنی
ابداع مچ‌بندی که ذهن شما را می‌خواند!
اخبار علمی----------۱۶
ساخت لایه‌های منعطف شفاف و رسانای نوع p توسط پژوهشگران کشور
شناسایی حرکات دست با سامانه پوشیدنی حسگری زیستی

دورنما

تلفیق منسوجات با دانش فوتونیک!----------۲۰
تحول مراقبت‌های پزشکی جهت ردیابی و کنترل اطلاعات سلامت بدن از راه دور
پوشیدنی‌های هوشمند چندمنظوره و اینترنت اشیاء، چشم‌انداز گسترده بازار جهانی

آموزش کاربردی

واقعیت مجازی و کاربردهایش!- ----------۳۰
بهره‌گیری از واقعیت افزوده در صنایع محتلف

گفتگو

مصاحبه اختصاصی با دکتر حامد گل‌محمدی استاد پژوهشگاه شیمی ایران----------۳۸

از علم تا ثروت

شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه منسوجات هوشمند!----------۴۲
معرفی شرکت نانوماد پارس
معرفی شرکت تهران زرنخ
معرفی شرکت مپوا

نوآورانه

نقش علم در تندرستی ----------۵۲
فناوری‌های فوتونیکی پوشیدنی دستیاران هوشمند پزشکان
اهمیت استفاده از فناوری‌های پوشیدنی در دنیای امروز
معرفی پرکاربردترین سامانه‌های پوشیدنی
دستاوردهای اخیر دانشمندان در این حوزه فناورانه

دروازه‌های علم

دروگرهای انرژی بر تن شما! ----------۶۲
سامانه ریزشبکه‌ای قابل پوشیدن پایدار متشکل از پارچه الکترونیکی چند بخشی
فراعدسی‌های آکروماتیک نسل جدید----------۶۶
دستیابی فراپتیک به متمرکزکننده آکروماتیک RGB قابل استفاده در افزاره‌های واقعیت جازی!

فناوری

پژوهشگران ایرانی موفق به ساخت سلولهای خورشیدی قابل چاپ شدند

البسه‌ای از جنس آینده را هم اینک بر تن خود کنید!

با این کفش‌ها هوشمندانه قدم بردارید!

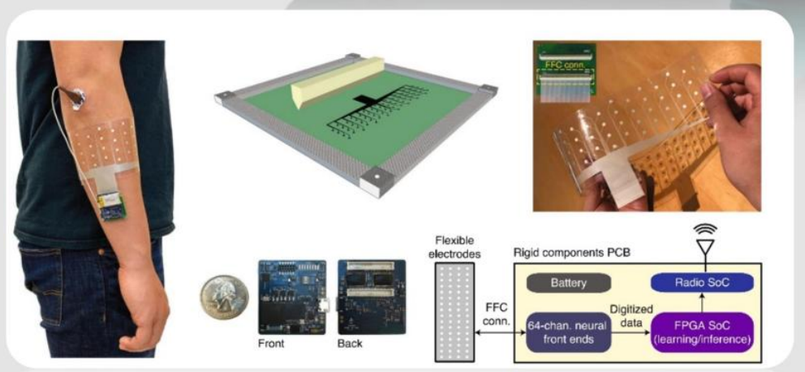
ساخت پوست مصنوعی با حساسیتی بیشتر از پوست انسان!

تامین توان تجهیزات الکترونیکی با استفاده از یک ریز شبکه پوشیدنی

ابداع مچ‌بندی که ذهن شما را می‌خواند!

ساخت لایه‌های منعطف شفاف و رسانای نوع p توسط پژوهشگران کشور

شناسایی حرکات دست با سامانه پوشیدنی حسگری زیستی



اخبار داخلی

به قلم سید مرتضی احمدی
seyedmortezaahmadi@gmail.com

پژوهشگران ایرانی موفق به ساخت سلول‌های خورشیدی قابل چاپ شدند.

بی شک انرژی‌های تجدیدپذیر که انرژی خورشیدی بخش بزرگی از آن را شامل می‌شود، نقش به سزایی در سبد انرژی آینده بشر ایفا خواهند کرد. متداول‌ترین روش بهره‌گیری از انرژی خورشیدی تبدیل آن به برق توسط سلول‌های خورشیدی است. اغلب ما این سلول‌ها را بر روی پشت بام خانه‌ها یا مزارع خورشیدی اطراف دیده‌ایم. با این حال، کاربرد این افزاره‌های فوتونیکی به همین‌جا محدود نمی‌شود.

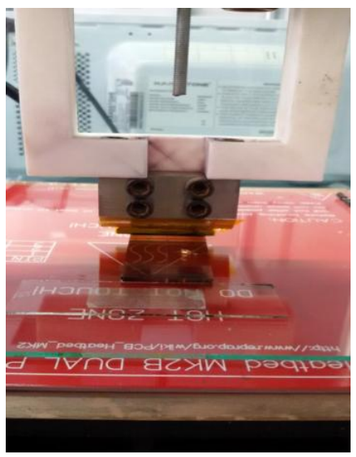
فرض کنید که بتوانید بدون تحمل وزن بیشتر، سلول‌های خورشیدی را بر روی لباس خود حمل نمایید. در این صورت دست کم قادر خواهید بود که انرژی مورد نیاز برای عملکرد تجهیزات همراه خود مانند گوشی تلفن همراه، ساعت هوشمند، هدفون و وسایل دیگری که نیاز به انرژی زیادی ندارند را از طریق این سلول‌ها تامین کنید.

خبر خوش آن که به تازگی گروهی از پژوهشگران کشور در دانشگاه صنعتی شریف موفق به ارائه روش ساختی برای تولید سلول‌های خورشیدی پروسکایت با بازدهی بالا و ضخامت بسیار کم شده‌اند که می‌توان آن‌ها را بر روی زیرلایه‌های دلخواه به صورت چاپی تولید کرد. این دسته از سلول‌های خورشیدی که از نوع پروسکایت هیبرید آلی-معدنی هستند، برای ساخت به دمای بالایی نیاز ندارند و از قابلیت چاپ به صورت انعطاف‌پذیر برخوردارند. آقای کریم عبدی‌زاده، یکی از اعضای این تیم پژوهشی در مورد مزایای این سلول‌ها می‌گوید: تمرکز مطالعات و تحقیقات ما در آزمایشگاه بر روی نسل جدید سلول‌های خورشیدی یعنی سلول‌های خورشیدی پروسکایتی است که در کمتر از یک دهه، بازدهی آنها به بیش از ۲۵ درصد رسیده و در حال حاضر با سلول‌های خورشیدی سیلیکانی وارد رقابت شده‌اند. سلول‌های لایه نازک مس ایندیوم گالیوم سلناید (CIGS) و سیلیکان آمورف (a-Si) از جمله رایج‌ترین انواع سلول‌های خورشیدی انعطاف‌پذیر هستند که در فرآیند ساخت آنها از سیستم خلأ و مواد مصرفی گران‌قیمت استفاده شده و بازدهی نسبتاً پایینی دارند. در مقایسه با این سلول‌ها، سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به دلیل برخورداری از مزایایی همچون بازدهی بالا و مواد اولیه مقرون‌به‌صرفه، بسیار جالب توجه به نظر می‌رسند. ضمن آن که این نسل از سلول‌های خورشیدی حتی نسبت به سلول‌های پلیمری (OPV) از پتانسیل بالاتری جهت توسعه به عنوان سلول‌های انعطاف‌پذیر در آینده از خود نشان داده‌اند.

https://doi.org/10.1021/acsenergylett.0c00417

وی در مورد ساختار منحصربفرد سلول‌های تولید شده می‌گوید: این سلول‌ها جزو سلول‌های الکترود – کربنی بوده و مشابه خارجی ندارند و به نوعی مشخصه و اثر انگشت تیم تحقیقاتی ما هستند. مطالعات بر روی سلول‌های پروسکایتی بسیار گسترده بوده و از جنبه‌های مختلف مانند: افزایش پایداری، ارائه مواد مصرفی جدید با ویژگی‌های مطلوب‌تر، بهبود سطح مشترک بین لایه‌ها، توسعه روش‌های ساخت سلول، افزایش مقیاس ساخت سلول‌ها و ... همچنان ادامه دارد. در این میان، تولیدات ما از نقطه نظر بازدهی، پایداری و امکان ساخت سلول در ابعاد بزرگ با هزینه‌های پایین، در جایگاه مطلوبی قرار گرفته است و ما بر توسعه و بهینه‌سازی هرچه بیشتر سلول‌ها متمرکز شده‌ایم. همچنین عبدی‌زاده در مورد مشخصه‌های به ثبت رسیده از سلول‌های تولید داخل اظهار داشت که ما در آزمایشگاه، به بازدهی نزدیک ۱۹ درصد رسیده‌ایم که برای سلول‌های پروسکایتی ساخته شده با الکترود کربن، در دنیا به نوعی رکورد محسوب می‌شود. همچنین ما توانستیم ماژول خورشیدی پروسکایتی را به صورت کامل با بهره‌گیری از روش چاپ بر روی بستری شیشه‌ای طراحی کنیم که تاکنون به بازدهی مطلوب ۸ درصدی رسیده‌ایم. لازم به ذکر است که دستیابی به ماژول‌های انعطاف‌پذیر پروسکایتی نیز از مسیر ماژول‌های شیشه‌ای می‌گذرد که امیدواریم در آینده‌ای نزدیک، بتوانیم ماژولی انعطاف‌پذیر با مشخصه‌های فتوولتاییک مطلوب ارائه کنیم. وی همچنین در مورد فرایند انتقال فناوری سلول‌های انعطاف‌پذیر داخلی از مقیاس آزمایشگاهی به صنعتی اذعان داشت که ماژول خورشیدی پروسکایتی که به صورت کامل با روش چاپ ساخته می‌شود، در حال حاضر در سطح یک نمونه آزمایشگاهی است که از نقطه نظر سطح آمادگی فناوری، در TRL4 قرار دارد و ما در حال تثبیت عملکرد فناوری توسعه داده شده هستیم. دستیابی به MVP اولیه از محصول و افزایش TRL فناوری تا عدد ۷ از جمله اهداف ما در ادامه این تحقیقات است.

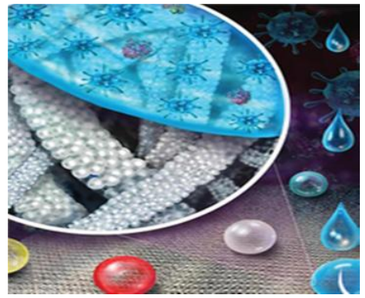
اصلی‌ترین چالش پیش‌رو برای تولید انبوه و تبدیل سلول‌های خورشیدی پروسکایتی به ماژول‌های صنعتی، دستیابی به قابلیت ساخت سلول‌های خورشیدی در ابعاد بزرگ است. به طوری که لایه‌نشانی‌ها و عملیات تولید در قالب یک فرآیند سریع، ساده، ارزان، تکرارپذیر، با حداقل مواد مصرفی و با حفظ کیفیت لایه‌ها صورت گرفته و توجیه اقتصادی داشته باشد.



تیم تحقیقاتی ما عضوی از گروه پژوهشی سلول‌های خورشیدی، مستقر در آزمایشگاه نانوذرات و پوشش‌های نانومتری در دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف (ncl.sharif.ir) است که هم اکنون نزدیک به ۴۰ نفر عضو فعال متشکل از دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و پژوهشگران پسادکتری، تحت راهنمایی جناب دکتر نیما تقوی‌نیا در حال تحقیق و پژوهش برای توسعه فناوری ساخت سلول‌های انعطاف‌پذیر به روش چاپ هستند.

البسه‌ای از جنس آینده را هم‌اینک بر تن خود کنید!

نساجی یکی از صنایع سنتی اما با پتانسیل بسیار بالای اقتصادی است. در سال‌های اخیر، شرکت‌های دانش‌بنیان زیادی در کشور بر روی این حوزه متمرکز شده و با بهره‌گیری از دانش بومی در حوزه فناوری‌های مواد پیشرفته و نانو، محصولات نوینی را تولید کرده‌اند. این شرکت‌ها علاوه بر تامین نیاز داخل، با صادرات در حوزه منسوجات و تجهیزات نساجی به کشورهایی مانند روسیه، ترکیه، چین، تایوان، آذربایجان و عراق موفق شدند به تولید ارزش افزوده و صرفه اقتصادی بالایی دست یابند. در ادامه آخرین اخبار در زمینه تولیدات این حوزه را بررسی خواهیم کرد.



لباس‌هایی خوشبو با تار و پودهای ضد باکتری!

ابتدایی‌ترین نیاز در صنعت نساجی، تولید نخی مناسب است که البسه از آن تهیه می‌شوند. حال اگر نخ مورد استفاده در این فرایند دارای خواص ضد باکتریایی و میکروبی باشد، می‌تواند علاوه بر حفاظت از سلامتی مصرف‌کننده لباس، مشکل بوی بد لباس را از بین برده و حتی با کاهش نیاز به شستشو، از هدر رفت آب و انرژی جلوگیری کرد. با این فناوری نوین، حتی در شرایطی که امکان شتشوی لباس در بازه‌های زمانی کم وجود ندارد (مانند لباس پرسنل نظامی) از تجمع میکروب‌ها و باکتری‌ها جلوگیری کرده و سلامت افراد را تضمین کرد. شرکت دانش‌بنیان لیاپود با بهره‌گیری از دانش بومی موفق به تولید نخ‌های ضد باکتری شده است که در تولید انواع لباس زیر، جوراب، ماسک تنفسی، گان بیمارستانی، البسه نظامی و ورزشی، پرده، کالای خواب و ... قابل استفاده است. همچنین با توجه به بهره‌گیری از دانش بومی، امکان تغییر خواص ضد باکتریایی محصولات بر حسب نیاز مصرف‌کننده وجود دارد. برخی از مزایای نخ‌های ضد باکتری تولید شده توسط این شرکت، عبارتند از:

- خاصیت ضد باکتریایی، ضد بو و ضد قارچی
- پایداری و حفظ خواص محصول پس از شستشوهای مکرر
- کمک به جلوگیری از سرایت بیماری در بیمارستان‌ها
- موثر در حذف باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی
- کمک به حفظ بیشتر بهداشت در منازل و محل‌های عمومی

لباس‌هایتان را با پوششی شیشه‌ای روکش کنید!

بتازگی فناوران شرکت نانوهورسان موفق به ساخت موادی شده‌اند که می‌توان با پاشش آن بر روی منسوجات مختلف و ایجاد یک لایه نازک از لباس در برابر عوامل خارجی مانند چربی، آلودگی و رطوبت محافظت کرد. نحوه کار محصول شرکت بدین صورت است که پس از پاشش آن روی سطح مورد نظر و گذشت مدت زمانی در حدود ۲۴ تا ۴۸ ساعت، لایه نازکی از جنس SiO_2 (دی اکسید سیلیکان که با نام آشناتر شیشه می‌شناسیم) روی آن شکل می‌گیرد و از الیاف زیرین خود محافظت می‌کند. بنابراین هیچ مایع خارجی یا ماده چرب دیگری نمی‌تواند به سطح لباس یا پارچه نفوذ کند و با حفظ بافت و رنگ دائمی پارچه می‌توان هر آنچه که بصورت تصادفی روی پارچه یا لباس ریخته می شود را به سادگی و با استفاده از یک پارچه خشک و یا کمی رطوبت پاک کرد. نانومواد شرکت هورسان هیچ گونه تاثیری بر روی پوست انسان نخواهد داشت و به عنوان یک محصول کاملا زیست محیطی از سوی موسسه هوهن اشتاین در آلمان تایید شده است. آزمون آزمایشگاهی ثانویه نیز در پژوهشگاه TD در کانادا انجام شده است.

پوشیدنی‌های ضد اشعه ایکس!

در گذشته برای محافظت در برابر اثرات مخرب پرتوهای ایکس و گاما از اپرون‌های کامپوزیتی حاوی فلز سرب استفاده می‌شد که علاوه بر وزن زیاد و عدم انعطاف، دارای قیمت بالایی نیز بودند. شرکت دانش بنیان توسعه فناوری‌های نوین سینا با استفاده از نانوذرات نیم‌رسانایی با ابعاد حدود ۲۰ نانومتر اقدام به ساخت پارچه‌هایی کرده است که در برابر پرتوهای گاما و ایکس و نیز سایر امواج الکترومغناطیسی مقاوم بوده و وزنی معادل نصف اپرون‌های مرسوم دارد. الیافی ضد اشعه درون بافت پارچه این لباس‌ها قرار دارند که با روش‌های خاص شیمیایی وارد بافت پارچه شده و لباس را در برابر ان تابش‌ها مقاوم می‌سازند. برای افزایش مقاومت لباس‌ها در برابر اشعه از عناصر مختلف مانند عناصر ردیف ششم جدول تناوبی، از جمله سرب، طلا، جیوه، پلاتین و... استفاده شده است.. از جمله کاربردهای این نوع پارچه می‌توان به بهره‌گیری از آن در تولد روپوش‌های سربی، جلیقه و دامن آنژیوگرافی، تیروئیدبند، گناد ۳ تکه، دستکش، ایزولاسیون مراکز پرتوتشخیصی، پاراوان‌ها و دیوارها، دربهای ضد اشعه و نشانگر فیلم رادیولوژی اشاره نمود. این شرکت واقع در پارک علم و فناوری دانشگاه صنعتی شریف با ارائه‌ی انواع منسوجات ضد اشعه و امواج الکترومغناطیس مانند لباس‌های بارداری ضد امواج برای محافظت از مادر و جنین در طول بارداری، لباس کودک ضداشعه، لباس زیر و... توانسته تا ۹۹/۹۹ درصد از ورود اشعه‌های مضر به بدن جلوگیری کند. علاوه بر منسوجات پوشیدنی، محصولات ضد امواج الکترومغناطیس دیگری مانند کاغذ دیواری، پرده و رنگ، کاور وای فای، پشه‌بند و ... نیز در این شرکت تولید می‌شود.

تجربه خوابی خوش با روبالشتی‌های ضدحساسیت!

افراد بسیاری به آلرژن‌ها، گرد و غبار، باکتری‌ها و قارچ‌ها حساسیت دارند که تمام این عوامل در کالاهای خواب و به خصوص بالشت‌ها به صورت گسترده یافت می‌شوند. شرکت تولیدی تهران زرنخ توانسته است گونه‌ای از روبالشتی را به تولید برساند که با استفاده از یک لایه نانو الیاف قرار گرفته در بین دو پارچه اسپان باند، به صورت موثری این عوامل را جذب کرده و خواص ضد حساسیتی، تنفس‌پذیری و راحتی را به طور همزمان برای شما به ارمغان بیاورد. در بافت این روبالشی از نخ‌های پلی‌آمیدی حاوی نانوذرات نقره استفاده شده است که با توجه به خواص ضد باکتریایی نقره، بهره‌گیری از آن در تولید منسوجات، باعث پیشرفت در توسعه مراقبت‌های بهداشتی می‌شود.

سنجش تب نوزاد با لباس!

کنترل دمای بدن نوزادان یکی از مهمترین چالش‌های والدین است که معمولا با اضطراب زیادی همراه است. اگر می‌توانستیم از روی تغییر رنگ لباس نوزاد متوجه دمای بدن او شویم، این فرایند بسیار ساده‌تر صورت می‌گرفت. اما دیگر جای هیچ نگرانی نیست! شرکت دانش بنیان پوشاک کاسپر با استفاده از این ایده، نوعی لباس نوزادی را تولید کرده است که با بالاتر رفتن دمای بدن نوزاد از ۳۷ درجه تغییر رنگ داده و والدین را در جریان وضعیت نوزاد قرار می‌دهد. تغییر رنگ در این نوع لباس‌های هوشمند به دلیل استفاده از رنگدانه‌های خاصی است که در دمای بیش‌تر از ۳۷ درجه بدن نوزاد تغییر رنگ می‌دهند. لباس‌ها در دو رنگ صورتی -برای دختران- و آبی -برای پسران- تولید شده و در صورت بروز تب هر دو نوع این رنگ‌ها به سفید تغییر رنگ خواهد داد و پس از ۲ تا ۳ دقیقه رنگ لباس به رنگ اصلی باز می‌گردد.

با این کفش‌ها هوشمندانه قدم بردارید!

یکی از شرکت‌های دانش بنیان کشور (از گروه صنعتی حکیم)، موفق به راه‌اندازی خط تولید کفش‌های هوشمندی شده است که دارای قابلیت‌هایی مانند اتصال به تلفن هوشمند، تنظیم دمای داخلی کفش متناسب با دمای محیط و بدن فرد، تطبیق با حالت پا و حاوی گیرنده‌های حسی است. نکته جالب دیگر در مورد این کفش هوشمند، تامین توان سامانه‌های آن از طریق راه رفتن و عدم نیاز به تعویض باتری یا شارژ آن است. همچنین، این کفش با ایجاد یک میدان مغناطیسی در اطراف پا موجب شادابی و راحتی در حین راه رفتن می‌شود. در نهایت پس از اتمام دوره مصرف دو ساله کفش، می‌توان داده‌های آن را به کفش هوشمند بعدی انتقال داد و اطلاعات لازم برای راحتی و سلامتی فرد را حفظ نمود.

اخبار خارجی

محققان کره‌ای با بهره‌گیری ازیک لایه نازک پلیمری حاوی نانوسیم‌های نقره و اکسید روی موفق به توسعه نوعی پوست هوشمند با قابلیت تشخیص و حسگری مشابه حس لامسه انسان شدند.

ساخت پوست مصنوعی با حساسیتی بیشتر از پوست انسان!

گاهی فناوری می‌تواند بسیار دور از تصور باشد. روز به روز نیاز ما به گوشی‌های هوشمندی که امکانات بیشتری را از آن‌ها انتظار داریم، بیش‌تر و بیش‌تر می‌شوند. با این وجود، حتی ساعت‌ها و مچ‌بندهای هوشمند هم هنوز نتوانسته‌اند، پاسخگوی عطش سیری‌ناپذیر ما برای دسترسی به دنیای دیجیتال باشند. اما برخی تخیلات بسیار زیباست! تصور کنید چه می‌شد اگر می‌توانستیم قسمتی از بدن خود را تبدیل به یک رایانه کنیم یا آن که می‌توانستیم صفحه نمایش آن را روی ساعد دست خود ببینیم مژده این که شاید روزی این رویا توسط پوست الکترونیک مصنوعی (e-skin) به واقعیت بدل شود.

به تازگی پژوهشگران کره جنوبی از یک نوع e-skin رونمایی کرده‌اند که حتی می‌تواند عملکردی بهتر از حس لامسه انسان داشته باشد و بتواند بین مواد مختلف تمایز ایجاد کند.

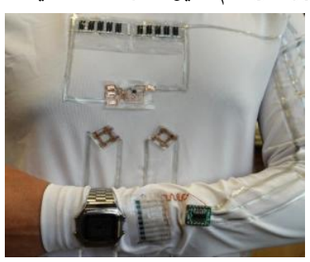
یک تیم تحقیقاتی مشترک از دانشگاه‌های علم و صنعت پوهانگ و دانشگاه اولسان با استفاده از یک لایه نازک پلیمری منعطف که مشابه اثر انگشت انسان دارای چروک‌های منظمی است، جهت توسعه این پوست مصنوعی بهره‌گیری کرده است. آنها با افزودن شبکه‌ای از نانوسیم‌های نقره و اکسید روی به این لایه‌نازک، موفق شدند قابلیت چند حسی پوست انسان را شبیه‌سازی کنند.

این افزاره حسگری نوین قادر است محرک‌های خارجی متنوعی را با اعمال انواع مختلفی از سیگنال‌های الکتریکی، فشار، تنش، کرنش و لرزش تشخیص دهد. همچنین افزاره توسعه یافته توسط این محققان، پا را از این نیز فراتر گذاشته و با تحلیل سیگنال‌های الکتریکی پیچیده که در هنگام مالش اشیاء به دست می‌آیند، می‌تواند جنس ماده مورد لمس را نیز تشخیص دهد. این گروه از پژوهشگران در ادامه آزمایش‌هایشان، با نصب e-skin ساخته شده بر روی یک دست رباتیک دریافتند که این e-skin امکان تشخیص مواد مختلف مانند ترکیبات طبیعی، سرامیک‌ها، فلزها و پلیمرها توسط ربات را فراهم می‌کند.

به احتمال زیاد در سال‌های پیش‌رو شاهد عرضه نمونه‌هایی از افزاره‌های مبتنی بر e-skin خواهیم بود که به عنوان حسگرهای پوشیدنی برای کنترل وضعیت بدن و نیز تولید انرژی از حرکات بدن به کار خواهند رفت. هر چند که توسعه افزاره‌هایی با مداراهای پیچیده‌تر نظیر آن‌چه که در تلفن‌های هوشمند شاهدش هستیم با استفاده از e-skin به مدت زمان بیشتری نیاز خواهد داشت.

تامین توان تجهیزات الکترونیکی با استفاده از یک ریزشبکه پوشیدنی

زمانی که صحبت از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود، همه ما ناخودآگاه به انرژی‌هایی مانند انرژی خورشیدی و بادی در مقیاس بزرگ فکر می‌کنیم. فارغ از آن که بدانیم بدن خود ما نیز می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر مورد استفاده قرار گیرد. بدن ما دارای انرژی‌های جنبشی، پتانسیل و حرارتی بالایی است و حتی ترشحات شیمیایی بدن مانند عرق نیز می‌توانند به عنوان سوخت مورد استفاده قرار بگیرند تا بخش کوچکی از نیازهای انرژی جدیدتر مانند تامین برق تجهیزات الکترونیکی همراهمان را بر طرف کند. به تازگی گروهی از پژوهشگران دانشگاه سن‌دیگو دستاوردهای خود را در این زمینه با موفقیت عرضه کرده و در این مسیر گامی رو به جلو برداشته‌اند. همان گونه که ریزشبکه‌های برق منابع مختلف توان و روش‌های ذخیره‌سازی انرژی را با هم ترکیب می‌کنند، پژوهشگران این دانشگاه نیز گونه‌ای از ریزشبکه‌های پوشیدنی را توسعه داده‌اند که با مجتمع‌سازی افزاره‌های مختلف تولید انرژی، می‌تواند به تامین نیاز تجهیزات الکترونیکی کوچک بپردازد. این سامانه پوشیدنی از پیل‌های سوختی و ژنراتورهای تریبوالکتریک بهره گرفته است که به ترتیب با عرق به عنوان سوخت و حرکت، برق تولید می‌کنند. در این بین، از ابرخازن‌ها هم به عنوان ذخیره‌کننده‌های انرژی بهره گرفته شده است. علاقه‌مندان می‌توانند جزئیات علمی این اختراع جالب را در قسمت دروازه‌های علم همین شماره مطالعه نمایند.



ابداع مچ‌بندی که ذهن شما را می‌خواند!

در عصر پر از شگفتی فناوری‌های نوین، نوع جدیدی از پوشیدنی‌ها در حال ظهور است که شما را غافلگیر خواهد کرد! مچ‌بندی که می‌تواند ذهن شما را بخواند. رسانه اجتماعی فیس بوک ادعا کرده است که موفق به ساخت مچ‌بندی شده که سیگنال‌های حرکتی مغز شما را ترجمه می‌کند و فقط با فکر کردن می‌توانید یک شی دیجیتال را حرکت دهید.

در واقع، به محض این که اراده کنید، می‌توانید شکل و رنگ اشیا را از طریق امواج مغزی تغییر دهید. مچ‌بند هوشمند به شما این امکان را می‌دهد که بدون صفحه کلید تایپ کنید (حتی بدون اینکه انگشتان خود را حرکت دهید) یا چیزی را بر روی عینک AR کنترل کنید.

به گفته مسئول ارشد آزمایشگاه‌های واقعیت فیس بوک (FRL)، ما در حال ایجاد یک رابط برای AR هستیم که شما را مجبور به انتخاب بین تعامل با دستگاه و جهان اطرافتان نکند.

توماس ری‌اردون مدیر FRL در مورد رابط‌های عصبی-حرکتی می‌گوید: "آنچه ما سعی داریم با رابط‌های عصبی انجام دهیم این است که با استفاده از خروجی سیستم عصبی محیطی- به ویژه اعصاب خارج از مغز که عضلات دست و انگشت شما را تحریک می‌کنند، امکان کنترل مستقیم ماشین را برای شما فراهم کنیم. از جمله نکات جالب توجه در خصوص فناوری جدید این است که می‌تواند به افراد دارای محدودیت حسی و حرکتی کمک فراوانی کند.

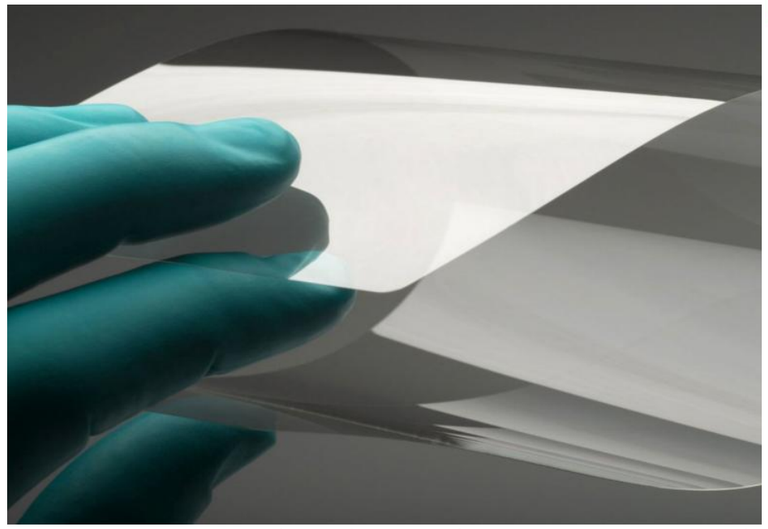
یکی دیگر از جالب‌ترین کاربردهای این فناوری، تایپ بدون نیاز به صفحه کلید است. به این ترتیب امکان اشتباه تایپی را از روی کلیدهای تصادفی از بین خواهد رفت.

اخبار علمی

نتایج کار این پژوهشگران در نشریه Thin Solid Films به چاپ رسیده است.

M. Ahmadi and et al., Plasma-treated room temperature synthesized$CuCrO_2$/Au/$CuCrO_2$ on Polyethylene terephthalate: Towards a high-performance flexible p-type transparent conductor, *Thin Solid Films*. 138582, 723, 2021.

ساخت لایه‌های منعطف شفاف و رسانای نوع p توسط پژوهشگران کشور



اکسیدهای رسانای شفاف، موادی هستند که دو ویژگی شفافیت و رسانندگی بالای الکتریکی را به طور همزمان از خود به نمایش می‌گذارند. این دسته از مواد که رایج‌ترین آن‌ها ITO، FTO و AZO هستند، در کاربردهای بیشماری شامل سلول‌های خورشیدی، LEDها، صفحات نمایش لمسی، پنجره‌های هوشمند، محافظت الکترومغناطیسی و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به منظور ساخت اکسیدهای رسانای شفاف باید از موادی استفاده شود که دارای گاف انرژی پهن باشند و از تحرک‌پذیری و غلظت حامل بار بالایی برخوردار باشند. به دلیل سهولت ایجاد رسانندگی با استفاده از الکترون، تمامی موارد نام برده شده دارای رسانندگی از نوع n هستند.

با این حال برای دستیابی به افزاره‌های عملیاتی دارای پیوند p-n به اکسیدهای رسانای شفاف نوع p نیز نیاز داریم. ایجاد رسانندگی نوع p در مواد با گاف انرژی پهن به دلیل تحرک‌پذیری پایین حفره و نیز ساختارهای سه یا چهار عنصری مواد نوع p بسیار دشوار است.

به تازگی، پژوهشگران دانشگاه شهید بهشتی موفق به ساخت اکسیدهای رسانای شفاف از نوع p با استفاده از ساختار سه لایه دلافوسیت/طلا/دلافوسیت شده‌اند. این پژوهشگران، از ماده دلافوسیت که ترکیبی از اکسیدهای کروم و مس است، جهت دستیابی به رسانندگی نوع p بهره گرفته‌اند. این ترکیب گاف انرژی پهنی دارد و با لایه بسیار نازکی از طلا منجر به افزایش رسانندگی ساختار مورد نظر خواهد شد. استفاده از لایه دلافوسیت $CuCrO_2$ در دو طرف لایه طلا منجر به کمینه شدن بازتاب از سطح طلا و دستیابی به اکسید رسانایی با شفافیت بالا شده است.

یکی از علل موفقیت این طرح، استفاده از خواص پلاسمونیکی ایجاد شده در محل فصل مشترک بین فلز و نیم‌رسانا است.

همچنین، این گروه موفق شدند با ارائه این روش، نیاز مواد دلافوسیت به انجام عملیات حرارتی در دمای بالا (که برای مواد انعطاف‌پذیر قابل تحمل نیست) را مرتفع کنند و این ساختار را بر روی زیرلایه انعطاف‌پذیری از جنس پلاستیک (PET) لایه‌نشانی کنند که نتیجه آن دستیابی به یک لایه اکسیدی رسانای شفاف از نوع p شد که از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار است.

ساختار تولید شده در این پژوهش، با دستیابی به معیار شایستگی بالا در مقایسه با مطالعات دیگر خارجی و داخلی، می‌تواند نویدبخش تولید ادواتی متشکل از پیوندهای p-n شفاف و انعطاف‌پذیر کارامدی باشد که قابلیت پیاده‌سازی روی افزاره‌های پوشیدنی را دارد.

شناسایی حرکات دست با سامانه پوشیدنی حسگری زیستی

در سال‌های اخیر، بهره‌گیری از حسگرهای پوشیدنی به دلیل کاهش ابعاد، تسهیل کنترل سلامتی انسان و نیز ارتباط بین انسان و ماشین اهمیت بسزایی پیدا کرده‌اند. پیشرفت‌های اخیر در صنعت الکترونیک انعطاف‌پذیر، دانشمندان را قادر به ساخت نوعی از حسگرهای پوشیدنی کرده است که می‌توانند از نظر مکانیکی خم شوند یا شکل گیرند و با سطوح پویایی مانند بدن انسان تطبیق پیدا کنند. سامانه‌های هیبریدی که حسگرهای پوشیدنی را با تجهیزات محاسباتی ثابت مرتبط می‌کنند نیز در حال حاضر بسیار توسعه یافته‌اند.

اما اگر دانشمندان بتوانند پردازش سیگنال‌ها و عملیات حسگری را به صورت همزمان و در یک محل انجام دهند، قابلیت‌های این تجهیزات بیشتر نمایان خواهد شد.

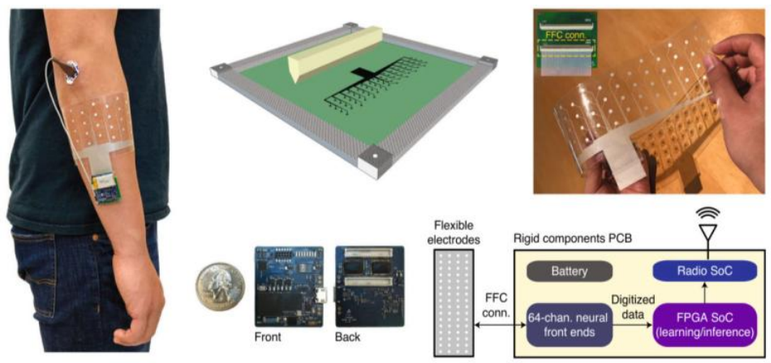
برای این منظور، می‌توان از حسگرهای زیستی استفاده کرد که برای پردازش سیگنال از فرایندهای یادگیری ماشین استفاده می‌کنند. از جمله مزایای این سامانه‌های پردازشی نسبت به سامانه‌های قبلی که اطلاعات خام را به سامانه پردازشی ارسال می‌کردند، می‌توان به کاهش پهنای باند، دستیابی به توان سیگنال مورد نیاز و افزایش امنیت خط ارتباطی و دقت آن اشاره کرد.

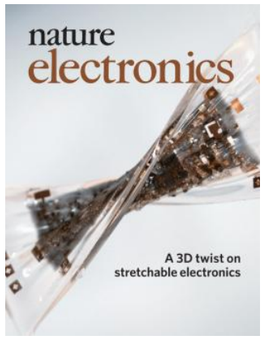
به تازگی دو دانشمند ایرانی با نام‌های علی معین و عباس رحیمی همراه با تیم‌های تحقیقاتی خود در دانشگاه کالیفرنیا و موسسه IBM زوریخ، موفق به طراحی گونه‌ای از افزاره‌هایی پوشیدنی شده‌اند که با استفاده از سیگنال‌های عصبی عضلات به نگاشت فعالیت‌های ماهیچه‌ای می‌پردازد که می‌توان از آن در کاربردهای مربوط به شناسایی حرکت دست استفاده نمود.

به طور معمول، این نوع تجهیزات به صورت داخلی یا خارجی از مدل‌های یادگیری ماشینی برای طبقه‌بندی حرکات دست استفاده می‌کنند. با این حال، اغلب تجهیزاتی که از پردازش محلی استفاده می‌کنند، قادر به ارائه تمرینات مورد نیاز و یا به روزرسانی مدل یادگیری ماشین در حین استفاده نیستند که نتیجه آن عدم بهینه بودن تمرینات در شرایط عملی خواهد بود.

این دو پژوهشگر ایرانی با کمک همکارانشان در تیم‌های تحقیقاتی مذکور، یک سامانه حسگری زیستی را ارائه کرده‌اند که با استفاده از آرایه‌های کانفورمال و با فناوری چاپ سیلک تهیه می‌شوند و از قابلیت یادگیری تطبیقی با استفاده از پردازش داخلی برخوردار هستند.

در این سامانه از الگوریتم‌های پردازشی چندبعدی سیگنال‌های عصبی جهت طبقه‌بندی برخط حالت‌های دست استفاده می‌شود و می‌تواند الگوهای تمرینی قابل به روزرسانی را تحت شرایط متغیر برای حالت‌های مختلف بازو ارائه دهد. سامانه ساخته شده توسط این محققان، قادر به شناسایی ۱۳ حالت دست با دقت تمایز ۹۷% است که این مقدار با افزایش حالت‌های دست به ۲۱ حالت تا ۹۲/۸۷% کاهش پیدا می‌یابد.





نتایج کار این پژوهشگران در نشریه Nature Electronics به چاپ رسیده است

A. Moin,, A. Zhou, A. Rahimi, and et al., A wearable biosensing system with in-sensor adaptive machine learning for hand gesture recognition. Nature Electronics, 1, 4, 54-63, 2021.

دورنما

ورود نور به دنیای پوشیدنی‌ها و ادغام دانش فوتونیک، الکترونیک و نانو، عامل دگرگونی تعامل انسان با محیط پیرامون خود

تحول مراقبت‌های پزشکی جهت ردیابی و کنترل اطلاعات سلامت بدن از راه دور به کمک حسگرهای پوشیدنی بی‌سیم به علت رشد جمعیت جهان، افزایش بیماری‌ها و هزینه‌های خدمات پزشکی

الیاف نوری و میکروLEDها، نوید بخش نسل جدید نمایشگرهای انعطاف‌پذیر، لباس‌های هوشمند نوری، عینک‌های هوشمند و دستگاه‌های پوشیدنی خودتغذیه‌شونده و چندمنظوره

پوشیدنی‌های هوشمند چندمنظوره و اینترنت اشیاء، چشم‌انداز گسترده بازار جهانی پوشیدنی‌های هوشمند تا سال ۲۰۲۷ میلادی و رشد ۱۵۰ میلیارد دلاری این فناوری

به قلم علی کاظم‌پور

kazempoorali.a@gmail.com

بدون شک همه ما با فناوری‌های پوشیدنی کم و بیش آشنا هستیم و حتی قبل از آنکه این فناوری به طور گسترده ظهور پیدا کند، نادانسته از آن استفاده کرده‌ایم. به طور مثال، در فصل‌های گرم سال از لباس‌هایی با رنگ روشن استفاده می‌کنیم که با جذب تابش کمتر، بدنمان گرم نشود.

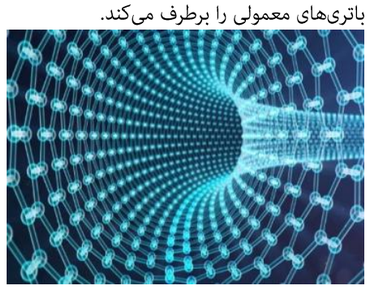
اما این فناوری در دنیای امروز پایش را فراتر از تخیلات انسان گذاشته است و به زودی زندگی بشر را متحول خواهد کرد.

دنیای پوشیدنی‌ها نیازمند ادغام دانش الکترونیک، فوتونیک، نانو مواد، منابع انرژی، نرم‌افزار و ارتباطات بی‌سیم است. یک طراحی هوشمندانه و خاص می‌تواند بهره‌وری یک محصول پوشیدنی را به طور چشم‌گیری افزایش دهد.

بخش زیادی از دستگاه‌های پوشیدنی برای نمایش اطلاعات یا ردیابی تناسب اندام و سلامت بدن از سیگنال‌های الکتریکی و یا واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌کنند و در یک دهه اخیر ورود نور به این عرصه برای حل چالش‌ها و سهولت دست‌یابی به اهداف مورد نظر، فناوری‌های پوشیدنی را زیر و رو کرده است. استفاده از نور جهت تشخیص برخی علایم پزشکی از طریق پوست، نظارت و پیش‌بینی دقیق و مداوم شرایط پزشکی بیمار از راه دور، لباس‌های نورانی جهت حفظ ایمنی، رباتیک نرم و اندام‌های مصنوعی، نمایشگرهای انعطاف‌پذیر و حتی پوشیدنی‌های فوتوولتائیک برای تولید الکتریسیته و ... از جمله امکاناتی است که پوشیدنی‌های فوتونیکی و الکترونیکی در اختیار بشر امروز قرار داده است.

اگرچه نمی‌توان فناوری‌های پوشیدنی را در یک طبقه‌بندی خاص قرار داد، اما بی شک دانش فوتونیک به کمک نور بخش عمده این فناوری را از آن خود خواهد کرد. با وجود این که تجهیزات الکترونیکی پوشیدنی تعامل انسان با محیط پیرامون خود را بهبود بخشیده‌اند، اما پوشیدنی‌های فوتونیکی با ارتباطات نوری، مکمل بی‌رقیب این حوزه فناوری است.

بسیاری از چالش‌ها و محدودیت‌های فناوری‌های پوشیدنی در دنیای فوتونیک برطرف می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها انتقال اطلاعات با سرعت بالا و کاهش خطاهای سامانه است. استفاده از منابع ذخیره انرژی فوتوولتائیک و حسگرهای خودتغذیه‌شونده نیز گزینه‌ای است که مشکلات استفاده از باتری‌های معمولی را برطرف می‌کند.



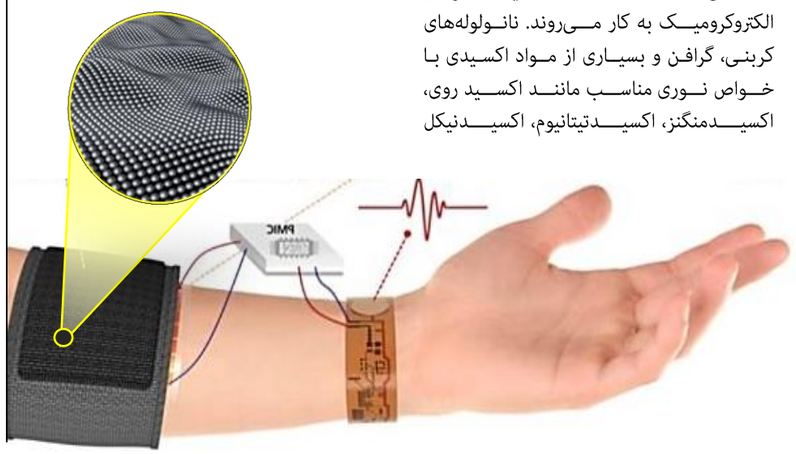
سه رویکرد کلی را می‌توان در تولید پوشیدنی‌های فوتونیکی و الکترونیکی در نظر گرفت که علاوه بر انعطاف‌پذیری محصولات، کارایی مورد نظر را نیز داشته باشند.

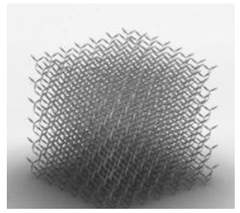
اولین گزینه کاهش ضخامت لایه‌های سخت و ورود به دنیای لایه‌های نازک قابل انعطاف است. انتقال بلوک‌ها و لایه‌های سخت روی بسترهای نرم با اتصالات انعطاف‌پذیر، راه حل دوم است. البته، این دو روش محدودیت‌هایی دارند که مهم‌ترین آن عدم صرفه اقتصادی در تولیدات انبوه است. از این رو استفاده از موادی که به طور ذاتی منعطف هستند و خواص نوری و الکترونیکی مناسب دارند، به عنوان رویکرد سوم، بهترین گزینه برای توسعه فناوری‌های پوشیدنی است.

توسعه مواد انعطاف‌پذیر به دلیل خواص نوری، شیمیایی، الکتریکی و مکانیکی منحصربه‌فرد، مورد توجه بسیاری از محققان و شرکت‌های بزرگ فناوری‌های پوشیدنی قرار گرفته است. این مواد طیف گسترده‌ای را شامل می‌شود. مواد آلی و پلیمری با انعطاف‌پذیری مناسب و ویژگی‌های خاصی که دارند از جمله مهم‌ترین مواد مورد استفاده در این حوزه هستند. به طور مثال کامپوزیت‌های پلی‌اتیلن‌دی‌اکسی‌تیوفن، تولوئن‌سولفونیک، پلی‌یورتان و ... مواد منعطفی هستند که در ساخت نمایشگرهای الکتروکرومیک به کار می‌روند. نانولوله‌های کربنی، گرافن و بسیاری از مواد اکسیدی با خواص نوری مناسب مانند اکسید روی، اکسیدمنگنز، اکسیدتیتانیوم، اکسیدنیکل و بسیاری از مواد ترکیبی دیگر نیز به طور گسترده در فناوری‌های پوشیدنی فوتونیکی و الکترونیکی کاربرد دارند.

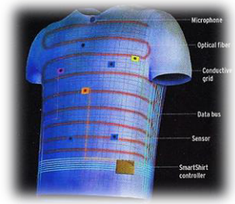
استفاده از مواد کوانتومی نیز با قابلیت کنترل خواص الکترواپتیکی آن‌ها تحول شگرفی در این حوزه ایجاد کرده است. به عنوان مثال، نقاط کوانتومی کلوئیدی با ویژگی‌های نوری مطلوبی همچون قابلیت فلورسانس بالا، قابلیت چاپ بر روی لایه‌های مختلف و ولتاژ کاری بسیار پایین، توجه بسیاری از محققان را برای استفاده در ساخت نمایشگرهای پوشیدنی به خود جلب کرده است. ذکر این نکته مهم است که دست یافتن به مواد مختلف برای رفع نیازها و محدودیت‌های موجود در حوزه فناوری پوشیدنی‌ها، علاوه بر ضرورت برخورداری از خواص مورد نظر، مستلزم قابلیت تولید انبوه همراه با صرفه اقتصادی است. از این رو پتانسیل بسیار بالایی چه در زمینه تحقیقاتی و چه در زمینه تجاری تولید مواد انعطاف‌پذیر نوری و الکترونیکی وجود دارد و این حوزه به سرعت در حال پیشرفت است.

با وجود اینکه طبقه‌بندی خاصی برای محصولات فوتونیکی و الکترونیکی پوشیدنی وجود ندارد اما به اختصار به بررسی محصولات این حوزه در چهار گروه مختلف می‌پردازیم.





مهندسی مواد در ابعاد نانو مانند سلاحی است که محققان به کمک آن قادر خواهند بود اتم‌ها و مولکول‌ها را تحت فرمان خود در آورند. دستکاری مواد در این سطح، امکان دست‌یابی به خواص مورد نظر نوری، الکتریکی و مکانیکی را فراهم می‌سازد. پوشیدنی‌های هوشمند دریچه‌ای است که پژوهشگران را به اجبار به سمت کشف ساختارهای جدید مواد می‌کشاند.



فیبرهای نوری انعطاف‌پذیر که امروزه در تولید لباس‌های هوشمند به کار می‌روند، وظیفه انتقال اطلاعات به شکل نور از حسگرها به منابع پردازش داده‌ها را بر عهده دارند. این لباس‌ها در تشخیص زخم، ردیابی و کنترل علایم حیاتی شخص کاربرد دارند.

الیاف نوری

الیاف نوری بر فناوری فیبرهای نوری انعطاف‌پذیر مبتنی هستند که با یک روکش پلیمری، نور را در طول خود به طور یکنواخت منتشر می‌کنند. با این قابلیت امکان انتقال نور به مکان‌هایی که ویژگی‌های نوری مشابه با LEDها یا OLEDها ندارند، میسر می‌شود. قطر هسته این الیاف، ۱۷۰میکرومتر و شعاع خمش آن‌ها بزرگ‌تر از ۱۰میلی‌متر است. منابع نوری که این الیاف را روشن می‌کنند، لیزرهای دیودی مرئی، فروسرخ نزدیک و یا فرابنفش است. طول موج لیزر با توجه به کاربرد مورد نظر انتخاب می‌شود. بخش عمده‌ای از الیاف نوری در لباس‌های هوشمند، جواهرات نوری و معماری نوری در ساختمان‌ها و به طور کلی در صنعت مد و زیبایی کاربرد دارد. در لباس‌های ایمنی مخصوص شب، اسباب‌بازی‌ها، رایانه‌های شخصی و نمایشگرهای خودرو نیز از الیاف نوری استفاده می‌شود. این الیاف در صنایع پزشکی نیز کاربرد فراوانی دارند. به عنوان مثال، برای مقابله با زردی نوزادان، نور آبی یک LED با استفاده از الیاف نوری پلیمری با قطر ۱۶۰میکرومتر به پارچه ابریشم، منتقل می‌شود. مثال دیگر، عرضه گونه‌ای از لباس‌های نوری برای درمان بیماری صدف پوستی (Psoriasis) است که شرکت رویال فیلیپس هلند آن را تولید کرده است.

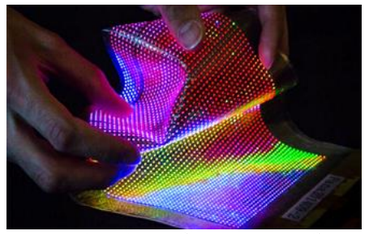
مهم‌ترین چالش‌هایی که الیاف نوری و پوشیدنی‌های مبتنی بر آن، با آن مواجه هستند تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز، انعطاف‌پذیری کم، عدم قابلیت شست‌وشو در برخی محصولات و از همه مهم‌تر عدم اعتماد مصرف‌کنندگان به این محصولات است. اکثر مردم ممکن است به خاطر عدم آشنایی با این فناوری آن را برای بدن مضر بدانند. از این رو شاید جلب اعتماد مشتریان مهم‌ترین مسأله در توسعه تجارت لباس‌های نوری باشد.

نمایشگرهای انعطاف‌پذیر

شاید هنوز نسل قدیمی تلویزیون‌ها، گوشی‌های همراه و ساعت‌های مچی را به خاطر داشته باشید. شکستن این دستگاه‌ها در اثر ضربه‌ای کوچک یا بزرگی و سنگینی گوشی تلفنی که همیشه همراهتان بود و تنها کارایی‌اش برقراری تماس تلفنی با شخص دیگری بود، اکنون برایتان تبدیل به خاطره شده باشد. شاید کمتر کسی به فکرش می‌رسید که روزی بتواند نمایشگرهای

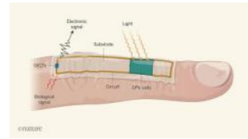
خمیده با قابلیت تا شدن را ببیند. گوشی همراه خود را تا کند و در جیبش بگذارد یا اینکه آن را به صورت ساعت مچی روی مچ دستش ببندد. اگرچه فناوری نمایشگرهای منعطف و پوشیدنی هنوز راه زیادی در پیش دارد تا به بلوغ کامل برسد، اما آنقدر سریع جای خود را در دنیای فناوری باز کرده که دیگر جای تعجب ندارد اگر روزی با یک عینک دارای نمایشگر هوشمند، یا یک ساعت مچی منعطف چندمنظوره، بتوانیم بسیاری از نیازهای روزمره خود را برطرف کنیم. مثلا خودمان به طور هوشمند علائم حیاتی بدنمان را بررسی و کنترل کنیم. کارهایی که امروزه با یک رایانه شخصی انجام می‌دهیم را با یک ساعت مچی هوشمند انجام دهیم یا با یک عینک هوشمند بدون نیاز به نمایشگر خانگی یا رفتن به سینما یک فیلم را تماشا کنیم. همه مواردی که گفته شد و بسیاری از موارد کاربردی دیگر در حوزه نمایشگرهای انعطاف‌پذیر و پوشیدنی به کمک مواد نوری منعطف و مهندسی دقیق در ابعاد نانو و یا حتی در مقیاس اتمی و مولکولی، قابل دسترس خواهد بود.

میکروLEDها اگرچه هنوز به طور کامل تجاری نشده‌اند، اما به زودی این نمایشگرهای پوشیدنی، بازار نمایشگرهای تصویری را متحول می‌کنند. پیکسل‌های کوچک نوری با قطر ۱ تا ۱۰ میکرومتر، کیفیت مطلوب تصاویر، سرعت بالا، قابلیت انعطاف‌پذیری و برش و کارکرد مطلوب با ولتاژ بسیار پایین، از ویژگی‌های منحصر به فرد میکروLEDها است که به زودی گوی سبقت را از نمایشگرهای کریستال مایع (LCD) و



نمایشگرهای دیودی نورگسیل (LED) خواهند دزدید و جایگاه آن‌ها را از آن خود خواهند کرد. دنیای میکروLEDها چنان شگفت‌انگیز است که انسان را به سفر در تخیلاتی وادار می‌کند که البته با واقعیت فاصله چندانی ندارد. فناوری موسوم به میکروپخش نیز جلوه جدیدی از میکروLEDها است که از ساختارهای ریز پخش‌کننده و شکل‌دهنده نور (LSD) روی فیلم‌های پلی‌استر یا پلی‌کربنات ساخته می‌شوند. این ساختارها در فاصله ۱۰ میکرومتری از سطح میکروLEDها قرار می‌گیرند و نور پخش شده را در زوایای مورد نظر شکل‌دهی کرده و به صورت یک تصویر هولوگرافی ذخیره می‌کند. این فناوری‌ها صنعت تصویربرداری و نمایشگرها در حوزه‌های مختلفی مانند پزشکی و ذخیره اطلاعات را دگرگون خواهند کرد.

عینک‌های هوشمندچند منظوره نسل آینده نمایشگرهای تصویری هستند. عینک‌های مبتنی بر دانش فوتونیک از قابلیت بالایی برای بهره‌گیری در تولیدات مختلف دارند.
کاربردهای پزشکی ویژه در کنترل بینایی و بهبود کیفیت خواب، از جمله کاربردهای عینک‌های هوشمند است.



نسل آینده حسگرهای زیستی خودتغذیه‌شونده، از انرژی‌های در دسترس مانند نور خورشید برای تولید الکتریسته و تأمین انرژی مصرفی حسگرهای پوشیدنی، بهره خواهند برد. یک سلول فوتوولتائیک با جذب نور الکتریسیته تولید می‌کند.

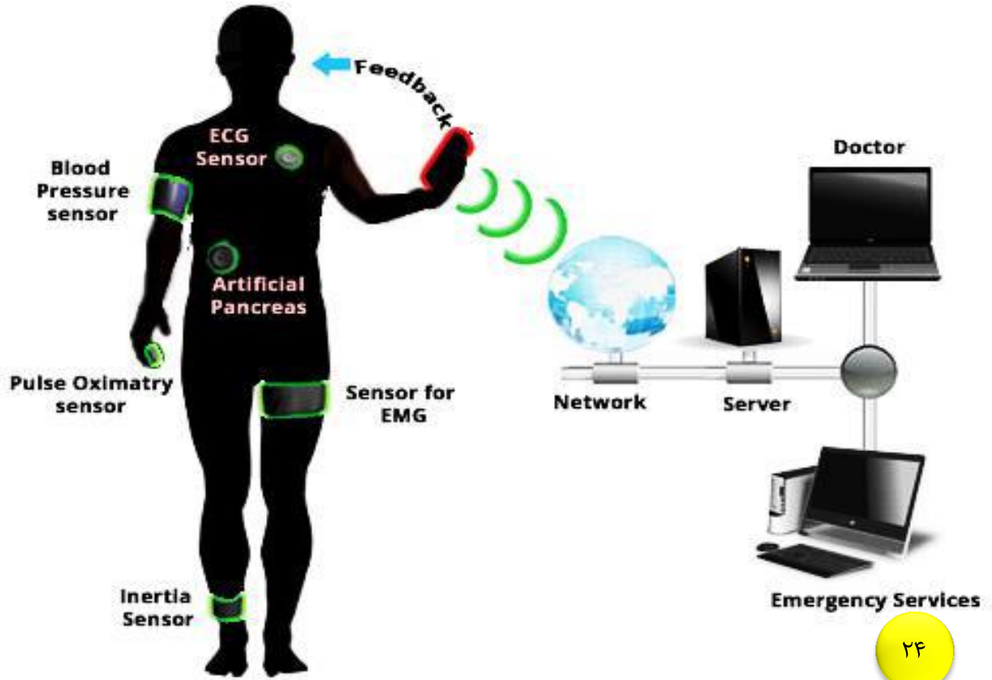
حسگرهای زیستی پوشیدنی

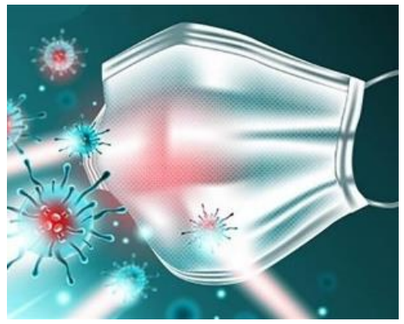
همه ما می‌دانیم دنیای کنونی که درآن زندگی می‌کنیم، دنیایی پر از آلودگی‌های مضر برای سلامتی انسان است. با رشد جمعیت، گونه‌های جدیدی از انواع بیماری‌ها شیوع پیدا کرده است و ارائه خدمات پزشکی مطلوب و به موقع یکی از مسائل مهم دولت‌ها و مردم است. در این دنیای شلوغ شاید بسیار سخت باشد که مدت طولانی کنار پدربزرگ بیمار خود در خانه بمانید و از او مراقبت کنید. یا اینکه هر چند روز یک بار مجبور شوید برای چک کردن فشار خون یا قند خونتان به پزشک مراجعه کنید. حسگرهای زیستی پوشیدنی برای همیشه کار را آسان می‌کنند.

بله! شما با پوشیدن یک حسگر زیستی مانند حلقه یا ساعت مچی، یک برچسب روی پوست و یا حتی یک لنز هوشمند درون چشمتان، قادر خواهید بود بسیاری از علایم حیاتی خود را به طور مداوم و دقیق چک کنید. هر پاسخ خارجی بدن می‌تواند به عنوان منبع اطلاعات سلامتی شما برای حسگری که پوشیده‌اید، محسوب شود.

اندازه‌گیری میزان پروتئین، کورتیزول و گلوکز در عرق بدن یا اشک چشم، فشار مکانیکی نبضتان در رگ‌ها، دمای بدن، غلظت خون و سطح اکسیژن آن، همگی با کمک حسگرهای زیستی پوشیدنی امکان‌پذیر است.

حسگرهای زیستی پوشیدنی که بر پایه نور عمل می‌کنند، سرعت بسیار بالایی دارند و دقیق هستند. علاوه بر سازگاری با بدن، شرایط را برای مراقبت‌های بی سیم نیز فراهم می‌کنند. همچنین نور کمک می‌کند که نیاز به واکنش‌های شیمیایی یا سیگنال‌های الکتریکی برای پردازش اطلاعات کاهش یابد. به عنوان مثال نشانگرهای زیستی فلورسنت که زیر پوست قرار داده



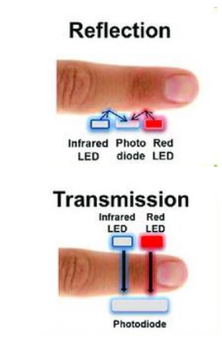


می‌شوند یا در یک ماسک صورت تعبیه می‌شوند، بدون هیچ واکنش شیمیایی و آزمایشی ویروس‌ها را شناسایی می‌کنند. اطلاعات حسگرهای پوشیدنی از طریق امواج به یک رایانه یا گوشی همراه انتقال داده می‌شود و امکان مراقبت و نظارت مداوم بر سلامت بیمار حاصل می‌شود.

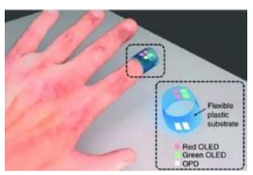
رشد جمعیت، افزایش بیماری‌ها، دوری انسان‌ها از یکدیگر و افزایش هزینه‌های پیشگیری و درمان از جمله دلایلی است که اهمیت مراقبت‌های بی‌سیم را روشن می‌کند. از این رو، حسگرهای زیستی نوری و الکترونیکی بی‌سیم که قابلیت پوشیدن یا نصب شدن روی بدن را دارند، پزشکانی خواهند بود که حتی زمانی که خواب هستیم نیز مراقب ما هستند! نسل بعدی این حسگرها قادر به شناسایی هیجانات و عواطف ما نیز خواهند بود. آینده‌ای که هم سودمند است و هم می‌تواند انسان را به یک موجود منزوی تبدیل کند!

منابع انرژی در پوشیدنی‌ها

دانش الکترونیک برای پردازش اطلاعات به خصوص در اینترنت اشیاء به طور گسترده به کار گرفته شده است. برای یک سیستم الکترونیکی پایدار، تأمین انرژی مصرفی بسیار مهم است. باتری‌های معمولی علاوه بر عمر کوتاهی که دارند، سنگین و بزرگ و غیر قابل پوشیدن هستند. این معایب محققان را به فکر استفاده از منابعی که پایدار هستند و از انعطاف‌پذیری خوبی برخوردارند، انداخته است. یک دستگاه کوچک پوشیدنی خودتغذیه‌شونده می‌تواند انرژی لازم برای پردازش اطلاعات یا انتقال آن‌ها را تأمین کند. منابع انرژی طبیعی مانند انرژی خورشید، انرژی گرمایی بدن یا انرژی مکانیکی اعضای بدن مانند نبض بهترین گزینه‌ها برای تبدیل به الکتریسیته است. استفاده از مواد و سلول‌های فوتوولتائیک، ترموکرومیک و یا حسگرهای خازنی حساس به



حسگرهای زیستی پوشیدنی با استفاده از فناوری LEDهای انعطاف‌پذیر قابلیت این را دارند که بر اساس قانون لامبرت، با جذب و عبور نور از قسمتی از بدن پارامترهای زیستی را از طریق مایعاتی مانند خون کنترل کنند.



امواج رادیویی در حسگرهای زیستی پوشیدنی، نیاز آن‌ها به باتری را برطرف می‌کند. به این ترتیب استفاده از منابع انرژی که مدام در دسترس هستند، عملکرد حسگرهای پوشیدنی را پایدار می‌کند. ادغام مبدل‌های انرژی نوری، گرمایی و مکانیکی به الکتریسیته با حسگرزیستی پوشیدنی بسیار مهم است. با این حال همواره ساخت دستگاه‌هایی که انرژی مصرفی کمتری لازم داشته باشند و استفاده از موادی که بهره‌وری دستگاه را بالا ببرند، در اولویت است.

اگرچه پیشرفت فناوری‌های پوشیدنی در یک دهه اخیر بسیار چشمگیر بوده است، با این حال پوشیدنی‌ها در مسیر توسعه خود هنوز سفر دور و درازی در پیش دارند. ادغام فناوری‌های فوتونیکی و الکترونیکی و ارتباطات بی‌سیم کمک می‌کند که محصولات پوشیدنی بتوانند به صورت هوشمند و خودکار با پایداری بالا در خدمت انسان باشند. یکپارچه‌سازی نمایشگرهای پوشیدنی، حسگرها، منابع تأمین انرژی و سامانه‌های ارتباط از راه دور، فناوری پوشیدنی‌ها را به سمت چندمنظوره شدن و اینترنت اشیاء رهنمون می‌سازد.

موسسه تحقیقاتی ABI(خلیج اویستر، نیویورک) پیش‌بینی کرده است که بازار محصولات پوشیدنی از جمله ساعت‌های هوشمند، عینک‌های هوشمند، ردیاب‌ها و اسکنرهای پوشیدنی و بسیاری از محصولات دیگر در این حوزه تا سال آینده بیش از ۶۰میلیارد دلار خواهد بود. همچنین پیش‌بینی IDTechEn (کمبریج) برای بازار فناوری‌های پوشیدنی تا سال ۲۰۲۷ میلادی بیش از ۱۵۰میلیارد دلار است.

طبق آمار منتشر شده از سوی سازمان ملل متحد، تا سال ۲۰۵۰ میلادی جمعیت سالمندان جهان بیش از دو برابر آمار کنونی خواهد بود. بدون شک حفظ و نظارت دقیق بر سلامت این جمعیت سالخورده نیازمند فناوری‌های کنترل از

پیش‌بینی می‌شود حجم بازار پوشیدنی‌های هوشمند با رشد ۱۹/۴۸ درصد، تا سال ۲۰۲۶ میلادی به بیش از ۷۷۶ میلیون دستگاه برسد. در سال‌های اخیر، برای جذب بازار مصرفی به جنبه زیبایی شناختی محصولات نیز توجه ویژه‌ای شده است.

راه دور است. در دنیا مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های تجاری بسیاری توجه خود را روی این فناوری متمرکز کرده‌اند. شاید دلیل آن گستردگی بازار مصرف و کاربرد در حوزه‌های مختلف صنعت است.

اهمیت این فناوری را می‌توان از گفته ماریوپانیشیا، مدیرعامل و بنیانگذار شرکت «ورسالوم» در جنوب سانفرانسیسکو، دریافت. او می‌گوید: «مدل کسب و کار شرکت کورنینگ، فروش میلیون‌ها کیلومتر فیبر نوری به چند شرکت بزرگ دنیا است؛ اما هدف ما فروش الیاف نوری و محصولات مرتبط با آن، به میلیون‌ها مصرف‌کننده در صنایع مختلف پزشکی، خودرویی، پوشاک و... است».

فناوری پوشیدنی‌های فوتونیکی بر پایه نور استوار است و تلاش محققان بر این است که به مواد نوری انعطاف‌پذیری دست پیدا کنند که بتوانند از آنها در تولید پوشیدنی‌های فوتونیکی استفاده کنند.

اگرچه چنین فناوری‌هایی آسایش انسان را به دنبال دارد، اما پیشرفت علم و فناوری همیشه هم به سود انسان نبوده و در بسیاری از موارد عواطف انسانی را تحت تاثیر قرار داده است. با این حال انسان جهت آسایش هر چه بیشتر خود سفری طولانی را با کشف دنیای نور و اتم‌ها آغاز کرده است.

در کشور ما، ایران، عمده فعالیت‌ها در بخش فناوری‌های پوشیدنی فوتونیکی به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ختم می‌شود. به همین دلیل پتانسیل بالایی جهت رشد این فناوری و تجاری‌سازی آن در کشور وجود دارد. امید است که به همت متخصصین در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و حمایت دستگاه‌های دولتی، فناوری پوشیدنی‌های فوتونیکی نیز همچون سایر بخش‌های مختلف بیش از پیش مورد توجه قرار بگیرد.

شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی بسیاری در دنیا توجه خود را بر توسعه فناوری پوشیدنی‌های هوشمند متمرکز کرده‌اند. مطابق پیش‌بینی‌ها کشور چین تا چند سال آینده در این حوزه پیشتاز خواهد بود.

آموزش کاربردی

در این بخش می‌خوانیم:

واقعیت مجازی و کاربردهایش

واقعیت مجازی و کاربردهایش

به قلم سیده ثریا موسوی
s.soraya.mosavy@gmail.com

این روزها گرافیک رایانه‌ای زندگی روزمره ما را دستخوش تغییرات شگرفی کرده است. به گونه‌ای که در پایان قرن بیستم، تصور این که یک معمار، مهندس یا طراح داخلی بتواند بدون بهره‌گیری از یک بستر گرافیکی کار خود را پیش ببرد، دشوار است.

با ظهور طوفانی فناوری ریزپردازنده‌ها، ما هر روز شاهد عرضه رایانه‌های سریع‌تری هستیم که اغلب به بردهای گرافیکی قوی و سریعی مجهز شده‌اند و با قیمت‌های مقرون به صرفه‌ای وارد بازار می‌شوند. به طوری که حتی یک کاربر متوسط هم می‌تواند به راحتی پا به عرصه گرافیک‌های رایانه‌ای بگذارد. ورود به این دنیای جذاب توام با واقعیتی نوین اغلب با شروع یک بازی رایانه‌ای صورت می‌گیرد و پس از آن کاربر برای همیشه در این فضا باقی خواهد ماند. چنین فناوری‌های نوینی این امکان را به کاربر می‌دهند که جهان اطراف خود را در ابعاد دیگری مشاهده کند و وقایعی را تجربه کند که درک آن در زندگی واقعی امکان‌پذیر نیست یا حتی ممکن است چنین چیزی اصلا موجود نباشد.

علاوه بر آن دنیای گرافیک‌های سه بعدی هیچ حد و مرزی ندارد و می‌تواند دقیقا همانطور که آرزویش را داریم، توسط خود ما خلق یا دگرگون شود! به این ترتیب، ما می‌توانیم آن را با یک بعد چهارم، یعنی تخیلاتمان، ارتقا دهیم! هر چند، این هم کافی نیست. مردم همیشه به دنبال امکانات بیش‌تری هستند. آنها انتظار دارند وقتی که قدم در چنین دنیایی می‌گذارند، به جای تماشای یک عکس بر روی صفحه نمایشگرشان، بتوانند با این جهان تعامل کنند.

فناوری نوینی که پاسخگوی چنین مطالباتی بوده و هم اینک نیز با اقبال بسیار زیادی در بازار گرافیک‌های رایانه‌ای مواجه شده است، واقعیت مجازی (Virtual reality) یا به اختصار VR خوانده می‌شود. این فناوری که گاهی آن را محیط‌های مجازی هم می‌نامند، در سال‌های اخیر توجه شمار زیادی از افراد را به خود جلب کرده است. در واقع، قابلیت پوشش گستره‌ی وسیعی از رسانه‌ها منجر به استقبال مردم از این فناوری شده است. هر چند که هنوز هم تعداد معدودی از مردم به درستی می‌دانند که VR چیست، اساس عملکرد آن چگونه است و با چه چالش‌هایی مواجه است؟

از این رو، در این مجال قصد داریم، شما را با این فناوری نوظهور آشنا کنیم و زمینه‌های کاربردی آن را به اختصار معرفی کنیم.

ایده ساخت این فناوری که در دهه اخیر به شدت محبوب شده است، اولین بار توسط ایوان ساترلند در سال ۱۹۶۵ میلادی مطرح شد. "ساختن دنیایی مجازی در قابی که واقعی دیده، شنیده و حس می‌شود و به صورت واقعی به واکنش‌های بیننده پاسخ می‌دهد." این همان ایده اولیه از زبان ساتر است و پس از آن با تلاش محققان به تدریج این فناوری توسعه یافته است.

در شروع دهه ۱۹۹۰، واقعیت مجازی با سرعت بالایی پیشرفت کرد و عبارت واقعیت مجازی به شدت مورد توجه همگان قرار گرفت. زیرا این فناوری، به عنوان نمونه جدیدی از رابط‌های کاربری، امکانات متنوعی را برای بسیاری از زمینه‌های کاربردی فراهم می‌کرد و با شیوه‌ای قدرتمند، شهودی و آسان، تعامل انسان-رایانه را میسر می‌کرد.

به کمک این فناوری، کاربر قادر است محیط شبیه‌سازی شده را دقیقا مشابه دنیای واقعی مشاهده کرده و حتی در آن دخل و تصرف کند.

بنابراین، در بسیاری از کاربردها مانند شبیه‌سازهای پرواز، گشت و گذار در طراحی‌های معماری و یا سامانه‌های رصد اطلاعات، به سرعت از امکانات آن بهره‌گیری شد.

در ادامه، بعدها VR به عنوان یک رسانه مشارکتی و کنترل از راه دور به ویژه در حوزه سرگرمی، مورد استفاده قرار گرفت.

اما امروزه کاربردهای آن بسیار گسترده شده و رد پای آن در اغلب صنایع اعم از صنایع نظامی، هوا-فضا، پزشکی، ساخت و ساز، فناوری اطلاعات و ... یافت می‌شود.

همانطور که می‌دانید، در عصر اطلاعات مدیریت حجم وسیع داده‌ها کار بسیار دشواری است. از این رو، برای بهره‌گیری کامل از داده‌های موجود، روش‌های تجسمی خاصی توسعه داده شده است که هدف از توسعه آنها دستیابی به داده‌هایی قابل درک با دسترسی آسان برای انسان است.

رایانه‌های رومیزی اغلب به بسته‌های تجسمی مجهز هستند. در حالی که دستگاه‌های رابط ساده، گزینه‌های مناسبی برای نمایش و دستکاری اطلاعات نیستند. در این بین، واقعیت مجازی نویدبخش نوعی شیوه تعاملی شهودی است.

به کمک این فناوری، کاربر قادر است محیط شبیه‌سازی شده را دقیقا مشابه دنیای واقعی مشاهده کرده و حتی در آن دخل و تصرف کند.

احساس حضور در فضای یک ساختمان مجازی که حتی با واقعی‌ترین انیمیشن‌ها و تصاویر هم نمی‌توان به این حس دست یافت. به طوری که می‌توان آن را مشاهده کرد، تحت زوایا و شرایط نوری مختلف بررسی کرد و حتی وسط خانه‌ها و بناهایی که هنوز ساخته نشده و یا حتی تخریب شده است، قدم زد!

اولین تلاش‌ها برای به کارگیری VR به عنوان یک ابزار تجسمی، در سامانه‌های گشت و گذار در حوزه معماری به ثبت رسید. پس از سال ۱۹۸۶، پیشتازان در این زمینه برای اولین بار در دانشگاه کارولینای شمالی از این ابزار بهره گرفتند.

حال به نظر شما چه چیز خارق‌العاده‌ای در مورد VR وجود دارد که باعث برتری آن نسبت به گرافیک‌های رایانه‌ای استاندارد شده است؟

درست است! احساس حضور در فضای یک ساختمان مجازی که حتی با واقعی‌ترین انیمیشن‌ها و تصاویر هم نمی‌توان به این حس دست یافت. به طوری که می‌توان آن را مشاهده کرد، تحت زوایا و شرایط نوری مختلف بررسی کرد و حتی وسط خانه‌ها و بناهایی که هنوز ساخته نشده و یا حتی تخریب شده است، قدم زد!

فناوری VR قابلیت‌های متعددی را در اختیار معماران و طراحان قرار می‌دهد. از ساخت مدل‌های اولیه گرفته تا همکاری در پروژه که هر یک به نوبه خود می‌تواند طراحی یک ساختمان را از خوب به عالی و حرفه‌ای تبدیل کند. همانطور که می‌دانید، یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی معماران، کار کردن با مشتری و اطمینان بخشیدن به او در باب طرح پیشنهادی، قبل از دریافت بازخوردی مبنی بر کارآمدی و ارزش طرح تمام شده است.

هر چه این پروژه بزرگتر باشد، به ناچار ذی نفعان بیشتری در آن درگیر می‌شوند و به طور طبیعی کار معمار دشوارتر خواهد بود. زیرا در چنین شرایطی بعید است که تنها یک تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشد. این همان جایی است که فناوری VR به یاری معمار می‌شتابد و با شبیه‌سازی مجازی طرح‌ها و فضاهای داخلی می‌تواند تعاملی موثر و همه جانبه با مشتریان خویش داشته باشد.

با رشد این فناوری،جنبه‌های دیگری از کارکردهای آن نمایان شد که یکی از جذاب‌ترین آنها به telepresence است.

اگرچه هدف تله رباتیک فعالیت مستقل است، اما حضور یک ناظر انسانی هنوز هم در بیشتر موارد ضروری است. حضور از راه دور یا Telepresence گونه‌ای از فناوری است که با استفاده از رابط‌های کاربری VR، امکان فعالیت در محیط‌های از راه دور را به افراد می دهد.

در بسیاری از موارد، این شکل از کنترل از راه دور تنها امکان موجود است: زیرا گاهی ممکن است فاصله به قدری دور باشد که هیچ نوع فناوری نتواند چنین سطح بالایی از مهارت عملی را پشتیبانی کند و یا آن که محیط به طور کلی برای

برای سلامتی یا زندگی انسان خطرناک باشد.

در برخی از پروژه‌هایی که از این فناوری بهره می‌برند، دانشمند این امکان را دارد که به صورت دقیق و در ابعاد نانویی فعالیت کند. مثلا می‌تواند سطحی را زیر میکروسکوپ مشاهده، احساس و دستکاری کند. به عنوان مثال، از چنین سامانه‌هایی در جراحی‌های دقیق چشمی استفاده می‌کنند.

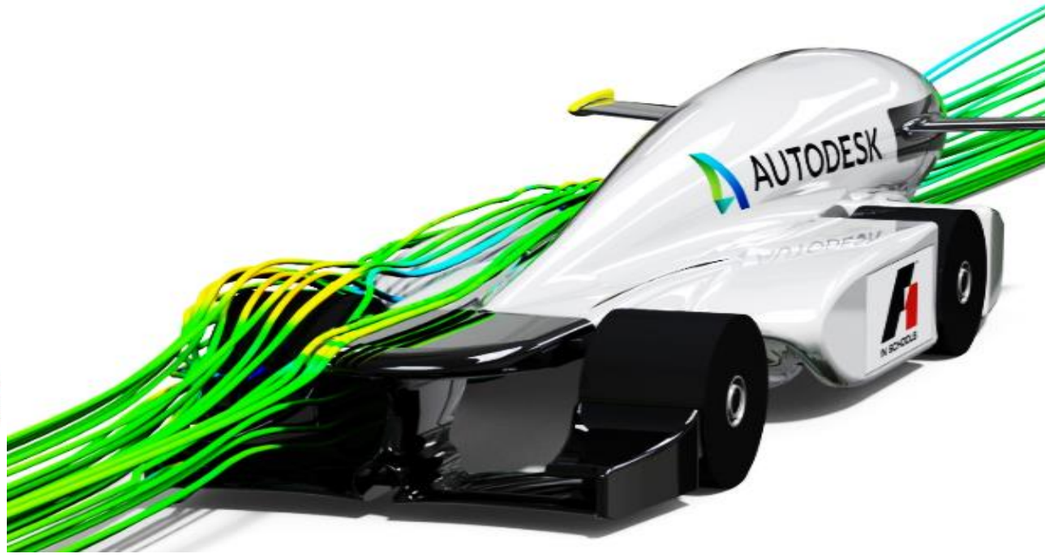
یکی دیگر از حوزه‌های شهود علمی که آن هم از مزایای واقعیت مجازی بهره می‌برد، تجسم مولکول‌های شیمیایی، مانند استخراج داده‌های دیجیتالی از سطح مریخ است.

زمینه دیگری که VR می‌تواند نقش مهمی در توسعه آن ایفا کند، تجسم علمی است. با این فناوری، رهیابی از میان حجم عظیمی از اطلاعات تجسم یافته در فضای سه بعدی، به آسانی راه رفتن است. یک نمونه جالب توجه از کاربرد عملی این فناوری، تونل باد مجازی است اطلاعاتی برای ورود و دستکاری جریان‌های دود مجازی به جریان هوای اطراف یک مدل دیجیتالی (به عنوان مثال یک هواپیما یا سفینه فضایی)، استفاده می‌کنند.

آنها با حرکت به اطراف، می‌توانند رفتار دینامیکی جریان هوا را مشاهده و تحلیل کنند و نواحی ناپایدار را به راحتی بیابند.

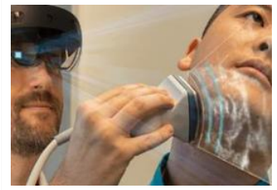
مزایای بهره‌گیری از چنین سامانه‌های تجسمی متقاعدکننده است. واضح است که با استفاده از این فناوری، در فرآیند طراحی شکل‌های پیچیده یک هواپیما، دیگر نیازی به صرف هزینه‌های گزاف تولید مدل‌های چوبی آن نخواهد بود. به کمک این فناوری، فاز طراحی بسیار کوتاه‌تر و ارزان‌تر انجام می‌شود.

پس از موفقیت ناسا در این زمینه، شرکت‌های دیگر نیز مشتاق بهره‌وری از امکانات این فناوری شدند. به طوری که در رویداد Eurographics’95، با مشارکت فولکس واگن و موسسه فرانهوفر آلمان، نمونه اولیه‌ای از یک تونل باد مجازی برای بررسی جریان هوای اطراف بدنه خودرو، ساخته شد.



شرکت Autodesk اخیرا اقدام به عرضه نرم‌افزاری مجازی کرده است که با استفاده از آن می‌توان تونل باد مجازی را برای طراحی‌های مختلف خودرو شبیه‌سازی کرد. شکل زیر مدلی از این نوع شبیه‌سازی را به تصویر کشیده است.

آموزش کاربردی
فوتونیک و مواد پیشرفته فناوری
ماهنامه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته
شماره ششم فروردین ۱۴۰۰



بهره‌گیری از واقعیت افزوده، به پزشک این امکان را می‌دهد که با استفاده از یک دید فراصوت به صورت مستقیم و بادقت بدن بیمار را بررسی و مشاهده کند.

https://tectales.com

ضمن آن که در حوزه‌های مدلسازی، طراحی و برنامه‌ریزی، واقعیت مجازی امکان مشاهده مدل را در فضا و زمان واقعی فراهم می‌کند.

با این امکانات شخص می‌تواند رنگ اشیا، بافت، جنس و حتی مکان آنها را تغییر دهد و در همان زمان تمام محیط و فضای اطراف را مشاهده و برانداز کند.

این فناوری همچنین برای مدلسازی سطوح نیز به کار می‌رود. از جمله مزایای جذاب این فناوری این است که کاربر می‌تواند سطح زیر انگشتانش را ببیند و حتی لمس کند.

هر چند که برخی از این فناوری‌ها هنوز در زمره تجربیات آزمایشگاهی قرار دارد، اما پیش‌بینی می‌شود که به زودی از آن در صنعت، بعنوان مثال در ساخت یا ارتقای شکل بدنه خودرو یا هواپیما، بهره‌گیری شود.

واقعیت افزوده یا Augmented reality که به اختصار AR نامیده می‌شود، گونه‌ی دیگری از این خانواده فناوری است که درک انسان را ارتقا داده و به عنوان یک راهنمای کاربری مجازی، به افراد در تکمیل برخی از کارها کمک می‌کند:

از ساده‌ترین کارها (مانند تعمیر و نگهداری چاپگرهای لیزری) گرفته تا پیچیده‌ترین آنها (مانند راهنمای تکنسین در ساخت سیم‌کشی کنترلی که سامانه الکتریک هواپیما را تشکیل می‌دهد)، با این فناوری به راحتی انجام‌پذیر است.

مثال دیگری از کاربرد واقعیت افزوده، بهره‌گیری از آن با هدف ارتقای بینایی پزشک با دید فراصوت است و به او این امکان را می‌دهد که به صورت مستقیم و بادقت بدن بیمار را بررسی و مشاهده کند.

امروزه آموزش بسیاری از دانشجویان رشته‌های پزشکی، جراحان و پرستاران با بهره‌گیری از این روش نوین با امنیت و سلامت بیشتری در حال انجام است.

انجام اعمال جراحی چشم، قلب، مغز و سایر اندام‌ها که در صورت عدم تجربه جراح می‌تواند مخاطرات زیادی را برای بیمار به همراه داشته باشد، به سادگی و با استفاده از این فناوری و به صورت مجازی به محققان این حوزه آموزش داده می‌شود.

https://analyticsinsight.b-cdn.net

https://cdn.thisiswhyimbroke.com

استفاده از شبیه‌سازهای پرواز سابقه تاریخی دارد و ما می‌توانیم آن را مقدمه‌ای برای فناوری‌های VR امروزی در نظر بگیریم. اولین کاربرد از این دست در سال ۱۹۵۰ گزارش شده است و به تدریج برای اهداف نظامی طی سالیان متمادی مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته و در طول زمان توسعه یافته است. امروزه، این فناوری برای آموزش علاقمندان به یادگیری مهارت در حوزه‌های هواپیمایی و به طور کلی هوا-فضا (به عنوان مثال برای آموزش فضانوردان برای انجام ماموریت‌های مخاطره‌آمیز فضایی) به صورت گسترده به کار گرفته می‌شود.

حتی ساده‌تر از همه اینها مربیان ورزشی مانند مربیان فوتبال، بسکتبال و ... به راحتی می‌توانند از قابلیت‌های بالقوه این فناوری در جهت ارتقای دانش ورزشی خود بهره بگیرند.

اگرچه در حال حاضر بیشترین کاربرد این فناوری در حوزه‌ی بازی‌های رایانه‌ای و سرگرمی است، با این وجود هم اینک هم جای خود را در تمام جنبه‌های صنعتی فناوری باز کرده است. شاید فکرش را هم نکنید اما استفاده از شبیه‌سازی‌های دیجیتال مجهز به این فناوری، مزایای متعددی را دراختیار شرکت‌های نفت و گاز قرار می‌دهد، از جمله نقشه‌برداری دقیق جغرافیایی و دسترسی از راه دور به عملیات نفت‌برداری از سایت‌های نفت و گاز! که امروزه در کشورهای عربی به وفور از آن بهره می‌برند.

شبیه‌سازی سه بعدی و واقعیت مجازی، این امکان را به کارمندان می‌دهد تا در دنیای مجازی با تجهیزات میدان‌های نفتی ارتباط برقرار کنند و با انواع مختلف دستگاه‌ها به صورت مجازی کار کرده و آموزش ببینند. این امر خود خطرات و هزینه‌های گزاف آموزش‌های عملی کار با تجهیزات سایت‌های نفت و گاز را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد.

.

.

https://assets.idda.com.au

آنچه مسلم است، این فناوری با برخورداری از مزایای متعدد و کاربردی خود، می‌تواند روند رشد و توسعه فناوری را در همه ابعاد و وجوه زندگی انسان تسریع کند. از این رو با آگاهی از این امکانات می‌توان قدمی هدفمند در راستای توسعه قابلیت‌های فردی و اجتماعی برداشت

گفتگو

مصاحبه اختصاصی با جناب آقای
دکتر حامد گل‌محمدی
مدیرگروه بیوپلتفرم‌های نانوحسگر
پژوهشگاه شیمی

مصاحبه اختصاصی با جناب آقای دکتر حامد گل‌محمدی

مدیرگروه بیوپلتفرم‌های نانوحسگر

پژوهشگاه شیمی

جناب آقای دکتر لطفا ضمن معرفی خودتان، قدری درباره زندگینامه‌ی شخصی و علمی‌تان بفرمائید و زمینه تخصصی کاری خود را تشریح نمایید.

ضمن عرض سلام خدمت مخاطبان نشریه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته، بنده حامد گل‌محمدی قانع هستم، استادیار شیمی تجزیه و عضو هیئت علمی پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران و مدیر گروه تحقیقاتی بیو پلتفرم‌های نانوحسگر؛ عمده فعالیتی که در گروه تحقیقاتی ما انجام می‌شود، در زمینه طراحی و ساخت حسگرهای نوری بر پایه کاغذ و نانو سلولز است که مبتنی بر فناوری تلفن‌های هوشمند هستند و از آن‌ها برای انواع کاربردهای تشخیصی و زیست محیطی استفاده می‌کنیم. در این چند سال گذشته عمده این فعالیت‌ها به سمت طراحی و ساخت حسگرهای پوشیدنی هوشمند خصوصا جهت کاربردهای تشخیصی حوزه سلامت، سوق پیدا کرده‌اند.

با توجه به موضوع اصلی این شماره‌ی نشریه ستاد توسعه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته در زمینه فناوری‌های پوشیدنی هوشمند و تخصص حضرتعالی در این زمینه، لطفا ابتدا پلیمر را با بیان خود معرفی بفرمائید.

در سال‌های اخیر پیشرفت قابل ملاحظه ای در زمینه طراحی و ساخت حسگرهای پوشیدنی و کاربردهای آن‌ها در زمینه‌های مختلف از جمله تشخیص‌های پزشکی در حوزه سلامت، در زمینه ورزش و انالیزهای مربوط به فعالیت‌های ورزشی، در زمینه ارتباطات و ایمنی و خیلی زمینه‌های دیگر مشاهده می‌کنیم؛ اما متاسفانه علی رغم تمام پیشرفت‌های سال‌های اخیر در این حوزه و در دوره انقلاب صنعتی چهارم که خیلی وقت است در این عصر قرار داریم، در واقع حسگر پوشیدنی هوشمند که به معنای واقعی کلمه هوشمند باشد، نه صرفا اینکه به گوشی هوشمند متصل شود یا یک سری مانیتورینگ‌های هوشمند مثل برخی از ساعت‌های هوشمند انجام دهد، نداریم. به عبارتی حسگر پوشیدنی هوشمندی که بتواند به طور گزینشی و انتخابی فرآیند حسگری را انجام دهد و از راه دور قابلیت مانیتور کردن، قابلیت پایش، گزارش دهی، گزارش گیری، برنامه دهی و نهایتا قابل کنترل و مدیریت باشد را نداریم.

در این مجال قدری از اهمیت و کاربرد فناوری‌های پوشیدنی در حوزه صنایع پیشرفته صحبت فرمایید.

یک نکته می خواهم بگویم، با درسی که از این پاندمی کرونا گرفتیم مشخص شد برخلاف تمام بدی‌هایی که دارد شاید از یک لحاظ یک امتیاز مثبت دارد که ما بدانیم یک ضعف بسیار شدیدی در حوزه تشخیصی داریم و من معتقد هستم افرادی که در حوزه حسگرها کار می‌کنند می‌توانستند تبدیل به قهرمانان و ناجیان دنیا شوند، منظورم این است که درحال حاضر همه ما دنبال تولید واکسن یا راه‌های پیشگیری هستیم و دنبال درمانی برای از بین بردن این معضل هستیم در صورتی که افرادی مشغول در حوزه حسگر اگر خوب عمل می‌کردند می توانستند خیلی وقت پیش و قبل از اینکه این حالت از شیوع تبدیل شود به اپیدمیک و پندمیک این بیماری را زود تشخیص دهند و ما می‌توانستیم این بیماری را در مراحل اولیه، همان زمان که در یک شهر و یک جای کوچکی درحال شیوع بود تشخیص دهیم و پیش بینی کنیم و از این طریق خیلی زودتر در مراحل اولیه قبل از اینکه تبدیل به پندمیک و فراگیری جهانی بشود آن را از بین ببریم و جلوی شیوعش را بگیریم. یکی از ابزارهایی که می‌توانست در این حوزه خیلی کمک کند در واقع همین حسگرهای پوشیدنی بودند. این حسگرها در واقع یکی از اهداف بزرگ سازمان بهداشت جهانی در حوزه سلامت و تشخیص پزشکی و مراقبت بهداشتی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان از حالت متمرکز به حالت غیر متمرکز رفت و بسیاری از فعالیت‌های این حوزه را در آزمایشگاه‌های متمرکز که مجهز به اپراتورها و دستگاه های خیلی پیشرفته هستند، خارج کرد و به سمت آزمایشگاه‌های غیر متمرکز پیش برد. در واقع باید بتوانیم به کمک این حسگرها از هر شخصی اطلاعات زیادی بگیریم و از سمت تشخیص‌های متمرکز به سمت سیستم های غیر متمرکز پیش برویم. در واقع فلسفه به وجود آمدن حسگرهای پوشیدنی هم همین بوده است. اما اگر ما می‌خواهیم به معنی واقعی حسگرهای پوشیدنی هوشمند داشته باشیم که قادر به جمع آوری، ارسال و دریافت داده‌ها باشند، لازم است این حسگرها به هم وصل باشند و این وصل بودن حسگرها به هم است که باعث می‌شود ما یک سری داده‌های هوسمند داشته باشیم و از طریق این داده‌ها بتوانیم کارهای گفته شده از جمله پیش بینی‌ها را انجام دهیم و حوزه سلامت و پزشکی را به سمت هوشمند شدن پیش ببریم که از طریق اینترنت اشیا می تواند اتفاق بیوفتد. وقتی ما در رابطه با اینترنت اشیا صحبت می‌کنیم می‌گوییم که چطور وسایل و دستگاه‌ها یا اشیا به یکدیگر و به سیستم‌های دیگر و نهایتا به کاربر نهایی که ما هستیم وصل می‌شوند که این اتصال در نهایت باعث می‌شود که حسگرها در کنترل ما باشند. راه اتصال از طریق یک شبکه ارزان به اسم اینترنت است. تمام تلاش ما در گروه تحقیقاتیمان این است که حسگرها را به سمت حسگرهایی ببریم که به اینترنت وصل بشوند و از این طریق بتوانیم آن‌ها را هوشمند کنیم.

جناب آقای دکتر، با توجه به اینکه گروه شما یکی از گروه‌های دانش‌بنیان در سطح دانشگاه‌های ایران است، در صورت امکان توضیح دهید با چه اهداف و برنامه‌هایی وارد حوزه فناوری‌های پوشیدنی شده‌اید؟

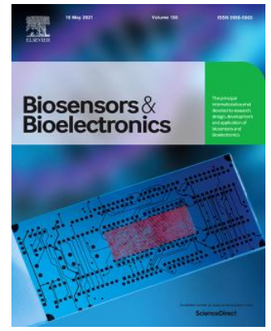
این حوزه یک حوزه بسیار جدید در کشور است و گروه‌های محدودی در این زمینه فعالیت می‌کنند و آینده بسیار درخشانی دارد. گفتیم ما در عصر انقلاب صنعتی چهارم و اینترنت اشیا هستیم و با وصل شدن اشیا به یکدیگر که در واقع وصل شدن حسگرهای اشیا به همدیگر است، آینده همه چیز بر پایه اینترنت اشیا خواهد بود و همه چیز بر پایه وصل شدن حسگرها به یکدیگر خواهد بود. کاری که ما در این چند ساله داریم انجام می دهیم در زمینه تولید یک سری حسگرهای پوشیدنی هوشمندی است که ما سال های گذشته در مراحل اولیه تولید کردیم طراحی و ساخت آن را انجام دادیم، پچ های پوشیدنی ماکروفلویدیک هوشمندی است بر پایه نخ و کاغذ که با استفاده از گوشی تلفن همراه کار می کنند و بر پایه تکنولوژی اینترنت اشیا، ما از این پچ های هوشمند برای آنالیز عرق استفاده می‌کنیم و پنج پارامتر خیلی مهم عرق شامل پی‌اچ، کلراید، لاکتاید، گلوکز و حجم عرق است را با استفاده از این پچ اندازه‌گیری می‌کنیم که بر پایه کاغذ و نخ است و به کمک گوشی هوشمند کار می‌کند. این پچ‌ها بسیار ساده و ارزان هستند که بر اساس خاصیت فلورسانس کار اندازه‌گیری را انجام می‌دهند و قیمت هریک در حدود ۳ سنت است. همچنین به کمک آنالیز عرق علاوه بر اندازه‌گیری پارامترهای عرق می‌توانیم خیلی از بیماری‌ها را در مراحل اولیه تشخیص دهیم.

با توجه به اینکه ارزش بازار جهانی منسوجات هوشمند تا پایان سال ۲۰۲۰ بالغ بر ۵۲ میلیارد دلار ارزیابی شده است، به نظر شما این فناوری‌ها در داخل کشور تا چه حدی توسعه یافته و پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آتی چه پیشرفت‌هایی در این عرصه حاصل شود؟

ما در مراحل اولیه این فناوری در داخل کشور هستیم و درحال حاضر سهمی از بازار جهانی نداریم، اما مسلما با اتفاقاتی که در این حوزه می‌افتد فکر می‌کنم در سال‌های آینده خیلی پیشرفت‌های بهتری داشته باشیم. اما اینکه ما واقعا بتوانیم این محصولات را به بازار جهانی برسانیم این قضیه نیاز به همکاری‌های بین رشته‌ای بیشتری دارد تا بتوانیم پا به پای کشورهای توسعه یافته در این حوزه کار کنیم.

دستگاه‌ها یا محصولات موجود تولید شده در کشور از چه قابلیت‌هایی برخوردار هستند و آیا به صورت کامل امکان رقابت با محصولات خارجی را دارند؟

از لحاظ کارهایی که در حوزه علمی انجام شده است، در زمینه چاپ مقاله و پتنت بله، در داخل کشور کارهای جالبی انجام شده و بعضا هم‌سطح کارهای انجام شده در دنیا هم هستند اما اینکه بتوانیم با محصولات تولید شده خارجی که هم‌اکنون در دنیا در بازار اروپا و آمریکا فروخته می‌شوند رقابت کنیم، فعلا فاصله خیلی زیادی با این فضا داریم.



نتایج پژوهش مربوط به پچ هوشمند عرق در سال ۲۰۲۰ در مجله Biosensors and Bioelectronics با ضریب تاثیر ۱۰،۲۵ به چاپ رسیده است.

گفتنی است نتایج این تحقیق هم‌چنین به طور موقت (provisional) در اداره ثبت اختراعات آمریکا US Patent به ثبت رسیده است.

گروه شما به عنوان یک گروه دانش‌بنیان در زمینه تولید کدام یک از محصولات پوشیدنی هوشمند فعالیت می‌کند؟

کارهای ما در حال توسعه است و علاوه بر حسگرهای پوشیدنی بر پایه عرق که از قبل کار می کردیم ما داریم انواع حسگرهای پوشیدنی را برای آنالیز بزاق دهان و مایع میان‌بافتی طراحی می‌کنیم. واقعا در این زمینه گروه‌های زیادی کار نمی‌کنند اما این پتانسیل بسیار عالی وجود دارد که به کمک فناوری حسگرهای پوشیدنی برویم به سمت آزمایشگاه‌های غیر متمرکز و بتوانیم خیلی از فرآیندهای تشخیص پزشکی را با استفاده از این حسگرهای پوشیدنی انجام دهیم.

با توجه به پیشرفت‌های علمی اخیر، جایگاه کشورمان در این عرصه را در میان سایر کشورهای برخوردار از این صنایع چگونه ارزیابی می‌کنید؟

در حال حاضر در زمینه تجاری سازی کشور ما هنوز پتانسیل خوبی برای استقبال از بازار این محصولات ندارد مگر اینکه واقعا به این سمت برویم که البته آینده متعلق به این حسگرها است و درواقع ما مجبور هستیم که در سال‌های آینده به این سمت حرکت کنیم. در حال حاضر که درگیر کرونا هستیم تنها راه نجات دنیا از اینکه ما به پندمیک بعدی کرونا یا پندمیکی بدتر از کرونا گرفتار نشویم همین حسگرهای پوشیدنی هستند که در آینده باید توسعه پیدا کنند. این حسگرهای پوشیدنی که روی بدن هرکسی هست یکسری آنالیزهای خاصی را انجام می‌دهند و چون با هم در ارتباط هستند با داده‌های بسیار زیادی که از آن‌ها تولید می‌شود و با استفاده از فناوری‌های هوشمند حاصل از هوش‌مصنوعی و علم یادگیری ماشین باعث می‌شوند ما بتوانیم بسیاری از بیماری‌ها را در مراحل اولیه تشخیص دهیم. این اتفاق شاید در حال حاضر رویایی باشد اما ظرف ۲۰ الی ۳۰ سال آینده همه این اتفاقات خواهد افتاد و ما در کشور باید خیلی سریع به این سمت حرکت کنیم.

چه موانع و چالش‌هایی را بر سر راه توسعه فناوری‌های پوشیدنی می‌بینید؟

نهادها و سازمان‌ها و موسساتی که می‌توانند، به پیشرفت این فناوری کمک کنند. چون این حوزه در کشور ما در مراحل اولیه است باید از این حالت خارج بشیم که در بازه زمانی خیلی کوتاه محصول قابل فروش در بازار داشته باشیم. گروه‌های تحقیقاتی بسیار قوی در آمریکا و اروپا هستند که با بودجه چند میلیارد دلاری در حال فعالیت هستند که فقط بتوانند حسگرهای پوشیدنی خود را توسعه دهند. بنابراین ما نباید انتظار داشته باشیم کاری را که گروه‌های بزرگ تحقیقاتی نتوانستند انجام دهند، گروه‌های ما تا ۶ ماه آینده انجام دهند و محصولی را روانه بازار نمایند. ما باید کمک کنیم که گروه‌های تحقیقاتی پا بگیرند و توسعه پیدا کنند تا ابتدا بتوانند یک سری کارها را در سطح تحقیقات علمی انجام دهند. مسلما بعد از چند سال کار مداوم این گروه‌ها می‌توانند به راحتی وارد بازار شوند و موانع و چالش ها را شناسایی کنند.

آیا زیرساخت لازم جهت تولید تجهیزات مورد نیاز این حوزه در داخل کشور فراهم است ؟

خیلی از حسگرهای پوشیدنی که ما بعنوان یک گروه کوچیک در داخل کشور در حال تولید آن هستیم، ابزار خاصی برای ساخته شدن احتیاج ندارند، مثلا عمده کارهای ما با کاغذ و نخ و یک سری پلتفرم‌هایی است که در این سال‌ها در گروه تحقیقاتی بنده توسعه پیدا کردند و با استفاده از تلفن هوشمند آنالیزهای آن‌ها انجام می‌شود و زیرساخت خاصی لازم ندارد؛ بیشتر همکاری‌های بین رشته‌ای را لازم دارد و شرایط فراهم آوردن امکانات اولیه آزمایشگاهی در این حوزه مهیا است و به تجهیزات خیلی پیشرفته نیازی نیست.

در صورت امکان، مختصری در ارتباط با برنامه‌های گروه خود در سال پیش‌رو توضیح دهید؟

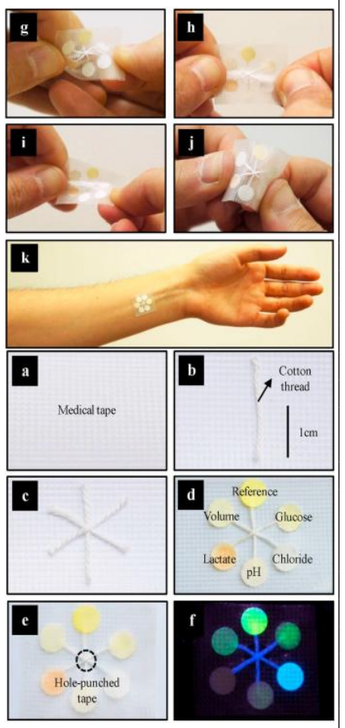
ما در حال حاضر انواع مختلفی از کیت‌های تشخیصی که به صورت حسگرهای پوشیدنی هوشمند هستند در گروه خودمان تولید می‌کنیم و کیت تشخیص انواع بیماری‌ها را توسعه می‌دهیم که بتوانیم از آن‌ها در حسگرهای پوشیدنی برپایه عرق و بزاق انسان در جهت تشخیص بسیاری از بیماری‌ها در مراحل اولیه استفاده کنیم. همچنین در زمینه حسگرهای پوشیدنی اخیرا موفق به چاپ فصل کتاب تحت عنوان "Internet of wearable things" در انتشارات الزویر شده‌ایم که ظرف یکی دو ماه آینده در دسترس خواهد بود.

بازار کار این حوزه را چگونه ارزیابی می‌فرمایید و علاقه‌مندان به فعالیت در این حوزه باید از چه تخصص‌هایی برخوردار باشند؟؟

همانطور که عرض کردم آینده متعلق به حوزه پوشیدنی‌های هوشمند است و درواقع ما مجبور هستیم که در سال‌های آینده به این سمت حرکت کنیم. حسگرهای پوشیدنی چون بیشترین کاربردی که دارند در زمینه تشخیصی است یک حوزه کاملا بین رشته‌ای است و به تخصص‌هایی در زمینه شیمی، بیوشیمی، پزشکی، دارویی و مخصوصا در زمینه‌های الکترونیک، مکانیک و کامپیوتر نیاز دارد که باید حتما در کنار همدیگر باشند تا ما بتوانیم به محصولات این حوزه برسیم که قابل رقابت با حسگرهای پوشیدنی خارج از کشور باشند و بتوانند نیازهای آینده ما را در این حوزه رفع کنند.

به عنوان سخن آخر بفرمایید چه راهکارهایی را برای موفقیت شرکت‌های دانش‌بنیان نوپا پیشنهاد می‌کنید؟

البته بنده شرکتی در این حوزه ندارم، اما در آینده کشور ما مثل بسیاری از کشورهای دیگر باید به سمت شرکت‌های دانش‌بنیان حرکت نماید، اما قبل از آن ما باید به سمت انجام کارهای تخصصی برویم، هرچقدر ما بتوانیم کارهای تخصصی بیشتری را انجام دهیم و در این زمینه حرکت کنیم، مسلما پیامدهای بهتری برای کشور ما خواهد داشت. به عنوان یک مثال کلی که در سر کلاس درس هم معمولا به دانشجویان می‌گویم، یک دریای خیلی بزرگ و کم عمق را یک آفتاب سر ظهر خشک می‌کند اما یک چاه عمیق را هیچ آفتابی نمی‌تواند خشک کند. به نظر بنده شرکت‌های دانش‌بنیان در کشور ما و همه‌جای دنیا حکم همان چاه‌های عمیق را دارند و کشور ما باید به این سمت حرکت کند که شرکت‌های دانش‌بنیان تخصصی در زمینه‌های مختلف داشته باشیم که بسیار تخصصی عمل می‌کنند. این‌ها در واقع چاه‌های عمیقی هستند که به یکدیگر متصل شده‌اند و در واقع پایه‌های اقتصاد هر مملکتی را می‌سازند. من واقعا آینده را متعلق به شرکت‌های دانش‌بنیان می‌بینم و امیدوارم که دولت و موسسات و نهادهای حمایتی فعال در این زمینه، حمایت ویژه‌ای را از شرکت‌های دانش‌بنیان در سال‌های آینده انجام دهند؛ چرا که تنها راه نجات کشور ما در آینده همین شرکت‌ها هستند.



معرفی سه شرکت ایرانی فعال در زمینه منسوجات و پوشیدنی‌های هوشمند

تولید کننده
تجهیزات بازرسی
و پایش غیرمخرب صنعتی و پزشکی
و کارگزار معاونت علمی و فناوری

تولید دستگاه پالس‌اکسی‌متری جهت
کنترل میزان اکسیژن اشباع خون و
ضربان قلب

شرکت میوا

تولید کننده انواع منسوجات هوشمند با
استفاده از فناوری نانو از آزمایشگاه
خانگی تا تأسیس شرکت

تولید انواع منسوجات ضدامواج الکترومغناطیسی،
منسوجات رسانا، منسوجات پزشکی با خاصیت درمانی
و منسوجات ترموکرومیک

شرکت نانو ماد پارس

پیشگام در تولید انواع نخ‌های
پلی‌استر و پلی‌آمید هوشمند با
استفاده از فناوری نانو

تولید کننده نخ‌های ضد میکروب، نخ‌های
خنک‌کننده و نخ‌های نشردهنده امواج فروسرخ

شرکت تهران زرنخ

علم تا ثروت

معرفی سه شرکت ایرانی فعال در زمینه منسوجات و پوشیدنی‌های هوشمند

به قلم علی کاظم‌پور

Kazempoorali.a@gmail.com

در دنیای امروز، هوشمندسازی منسوجات مورد توجه بسیاری از محققان و تولیدکنندگان پوشیدنی‌های هوشمند قرار گرفته است. استقبال از محصولات پوشیدنی هوشمند و آسایش و امنیتی که به دنبال دارند، باعث ایجاد ارزش افزوده در بخش‌های مختلف تولید پوشاک با کاربردهای گوناگون می‌شود. مراقبت و نظارت بر سلامت افراد، ذخیره سازی انرژی‌های طبیعی، اعلام هشدار و تغییرات مناسب در ارتباط انسان با محیط پیرامون، از ویژگی‌های مهم پوشیدنی‌های هوشمند است. انتخاب مواد و ابزار مناسب در تولید منسوجات هوشمند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چراکه استفاده از ادوات مختلف نباید منجر به کاهش راحتی پوشش هنگام استفاده از آن شود. علوم مختلف دست به دست هم داده‌اند تا این امر مهم محقق شود. اگرچه دانش فوتونیک با ورود به دنیای پوشیدنی‌های هوشمند مسیر پیشرفت آن را تغییر داده است، اما در کشور ما هنوز رد پای زیادی از پوشیدنی‌های فوتونیکی به چشم نمی‌خورد. در سال‌های اخیر منسوجات هوشمند ایرانی مبتنی بر فناوری نانو، بیشتر مورد توجه بوده است. تا کنون بیش از پنجاه محصول هوشمند در حوزه نساجی توسط شرکت‌های فناور کشورمان به بازار عرضه شده است.

عمده این تولیدات مربوط به منسوجات ضدباکتری، آب‌گریز، ضدلک، آب‌دوست، ضدامواج الکترومغناطیسی و رسانای الکتریسیته بوده است. منسوجات هوشمند به دسته‌ای از محصولات منسوج شامل الیاف، نخ، پارچه و پوشاک اطلاق می‌شود که قادر به تعامل با محیط یا کاربر خود هستند. عوامل محیطی مانند نور، دما، فشار مکانیکی و یا رطوبت پل ارتباطی این تعامل هستند که از نظر میزان کارایی و ارتباط، در سطوح مختلف دسته بندی می‌شوند. منسوجات هوشمند منفعل، اولین و قدیمی‌ترین محصولات این فناوری هستند که فقط قادر به درک محیط و شناسایی مشخصه یا محرکی در آن هستند. نسل دوم، منسوجات هوشمند فعال هستند و علاوه بر درک محیط، توانایی واکنش مناسب با آن را نیز دارند. جدیدترین نسل منسوجات هوشمند که فوق هوشمند نام دارند، بعد از سنجش و واکنش مورد نظر، خود را با شرایط محیطی که در آن قرار دارند تطبیق می‌دهند. این سطح از هوشمندی باید خواص معمول منسوجات نظیر وزن کم، انعطاف‌پذیری، راحتی و قابلیت شستشو را نیز فراهم کند. از این رو فناوری پوشیدنی‌های هوشمند بسیار گسترده است و زمینه مناسبی را برای سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه ایجاد کرده است. فناوری‌های مختلف در حوزه شیمی، مواد، الکترونیک، فوتونیک و اینترنت اشیاء، با ارتقاء کارایی فعلی و ایجاد عملکرد جدید در منسوجات هوشمند، منجر به تکامل هرچه بیشتر این حوزه خواهد شد. در ادامه با چند شرکت دانش‌بنیان کشورمان که در تولید منسوجات و پوشیدنی‌های هوشمند فعالیت دارند آشنا می‌شویم.

شرکت نانوماد پارس

اگر تا به حال ایده‌ای فناور داشته‌اید و به هر دلیلی موفق به سرانجام رساندن آن نشده‌اید، شاید سرگذشت شرکت‌هایی مانند شرکت نانوماد‌پارس بتواند به شما کمک کند تا در دریای مشکلات پیش روی خود بتوانید قایق ایده‌هایتان را به ساحل سودآوری برسانید. شرکتی که شروع کارش از یک آزمایشگاه خانگی رقم خورد و بارها با شکست مواجه شد! دکتر لاله ملک نیا دانش‌آموخته رشته مهندسی نساجی از دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران، مدیرعامل شرکت نانوماد پارس هستند که ایده اولیه ایشان تولید پارچه ضدباکتری جهت استفاده در محیط‌های بیمارستانی بود. وی با راه‌اندازی یک آزمایشگاه شخصی در منزل به کمک همسر و همکارش، شروع به کار کرد. به علت مشکلات بسیار از جمله هزینه‌های سنگین آزمایش‌ها، پارچه ضد باکتری به مرحله تولید نیمه صنعتی هم نرسید. در مرحله دوم تولید پارچه‌های ضدآب و ضدلک در دستور کار قرار گرفت؛ با این رویکرد که خط تولید شرکت‌ها و کارخانه‌های متقاضی نیازی به تغییر خط تولید خود نداشته باشند. این فناوری در یک کارخانه نساجی به کار گرفته شد اما پس از مدت کوتاهی همکاری شرکت با این کارخانه نیز به پایان رسید. گام سوم دکتر لاله ملک‌نیا و همکارانش با ایده تولید پارچه‌های رسانای ضد امواج الکترومغناطیسی ادامه یافت و منجر به تأسیس شرکت به طور رسمی در سال ۱۳۸۷ شد. پس از سه سال تلاش، نمونه‌های آزمایشگاهی ساخته شد و با ورود به مرحله نیمه صنعتی شدن، شرکت نوپای نانوماد پارس جان تازه‌ای گرفت و مسیر خود را ادامه داد. این شرکت منسوجات هوشمند بسیاری را با فناوری بومی و تأییدیه نانومقیاس در دست تولید دارد. بنا به گفته دکتر لاله ملک‌نیا، بنیان‌گذار شرکت نانوماد پارس، تحقیقات در زمینه منسوجات با کارایی متناسب با نیاز جامعه و صنعت عامل پیشرفت این شرکت بوده است. وی می‌گوید: «در انجام کارهای نو همیشه موانع زیادی جهت ورود به بازار وجود دارد، اما قطعا آینده روشنی با تلاش و همسو شدن با نیازهای جامعه و صنعت پیش رو خواهد بود». صنایع هدف این شرکت در حوزه پزشکی، نظامی، ورزشی، الکترونیک و تزئینی است که در حال حاضر عمده محصولات آن منسوجات ضدامواج و ضد باکتری می‌باشد.

محصولات شرکت نانوماد پارس

منسوجات ضد امواج الکترومغناطیسی

فضای پیرامون ما آکنده از امواج الکترومغناطیسی است که سلامت ما را به خطر می‌اندازد. این امواج عوارض کوتاه‌مدت و بلندمدت از جمله اختلال عصبی، بی‌خوابی، سردرد و انواع سرطان را به دنبال دارد. استفاده از لباس‌های ضد امواج تا حد زیادی از این خطرات می‌کاهد و جایگزین مناسبی برای لباس‌های سربی بیمارستانی است.

NANCC
شرکت نانو ماد پارس

شرکت نانوماد پارس در طول فعالیت خود موفق به دریافت گواهی‌ها و مدال‌های متعدد ملی و بین‌المللی از جمله چهار مدال طلای اختراعات زنان جهان در سال‌های مختلف شده است.

علم تا ثروت
فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته
ماهنامه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته
شماره ششم فروردین ۱۴۰۰

شکم‌بند بارداری شرکت نانوماد پارس با همکاری شرکت تن‌سان‌طب هگمتانه تولید و با نام تجاری «تنکو» در تعداد بالا به ارزش ۴میلیارد تومان به بازار عرضه شده است.

منسوجات ضدامواج این شرکت با استفاده از نانوذرات فلزی و کربنی به روش پوشش‌دهی مشابه سایر پارچه‌ها، تولید می‌شوند و قابلیت جذب امواج را تا ۹۹درصد فراهم می‌کنند. این منسوجات با کیفیت مطلوب و انعطاف عالی، در مقایسه با نمونه‌های خارجی قیمت ارزان‌تری نیز دارند. این محصولات به صورت پیراهن، کلاه، لباس نوزاد و... تولید می‌شوند. شکم‌بند بارداری نیز آخرین محصول ضدامواج شرکت نانوماد پارس است که علاوه بر محافظت در برابر امواج، باعث کاهش درد می‌شود و اندازه آن نیز قابل تنظیم است.

منسوجات رسانا

مشکل انتقال اطلاعات یا ذخیره و تولید انرژی الکتریکی، یکی از چالش‌های مهم پوشیدنی‌های هوشمند است. در نسل جدید این فناوری، نور جایگزین مناسبی برای این منظور است. اما منسوجات رسانا و نیم‌رسانا نیز تا حدودی این مشکل را برطرف می‌کنند. نانوذرات فلزی مانند نقره، نانوساختارهای نیم‌رسانا و الیاف کربنی علاوه بر خاصیت رسانایی الکتریکی، خاصیت ضد باکتری نیز دارند. شرکت نانوماد پارس با دانش متخصصان خود با استفاده از نانوذرات فلزی و نانولوله‌های کربنی در بستر منسوجات، آن‌ها را به باتری‌های کاملا انعطاف پذیر تبدیل کرده است. علاوه بر آن منسوجات خودگرم شونده رسانا و الکترودهای منعطف نیز از دیگر تولیدات این شرکت است. منسوجات خودگرم‌شونده با یک باتری پارچه‌ای قادرند دمای بدن را کنترل کنند. همچنین در چادرهای امداد، لباس‌های اسکی، و مصارف خانگی نیز می‌توان از منسوجات خودگرم‌شونده شرکت نانوماد پارس استفاده کرد.

منسوجات پزشکی

عمده محصولات شرکت نانوماد پارس در بخش منسوجات پزشکی شامل پانسمان ضدباکتری، زخم‌پوش بیماران دیابتی و پد ویژه درمان سوختگی است. این منسوجات علاوه بر زیست‌سازگاری، ضد باکتری هستند. زخم‌پوش‌های این شرکت باخاصیت دارورسانی، غنی از داروهای‌گیاهی برای زخم‌های دیابتی است. این محصول که از نانوالیاف پلیمری ساخته شده است قابلیت جذب بالای ترشحات زخم و جلوگیری از عفونت و کاهش زمان ترمیم زخم را دارد. پد ویژه درمان سوختگی محصول دیگر شرکت نانوماد پارس است که از نانوالیاف کامپوزیتی اکسیدروی ساخته شده است. این محصول که دارای قابلیت ضدباکتری قوی علیه انواع باکتری های گرم مثبت و گرم منفی است، جاذب ترشحات زخم و همچنین دارای تبادلات گازی (اکسیژن) مطلوب می‌باشد و باعث کوتاه کردن دوره بهبود زخم‌ها می‌شود.

زخم‌پوش بیماران دیابتی

پد ویژه درمان سوختگی ضدباکتری

منسوجات ترموکرومیک

رنگدانه‌های ترموکرومیک ترکیبات فلزی کریستالی هستند که در درجه حرارت ۵۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور طبیعی تغییر رنگ می‌دهند. تغییر رنگ رنگدانه‌های ترموکرومیک به حرارت و نوع الکترون‌دهی ترکیبات آلی آن‌ها بستگی دارد. در منسوجات ترموکرومیک تولید شده در شرکت نانوماد پارس از این رنگدانه‌ها جهت تولید کامپوزیت پلیمری بر پایه ترکیبات فلورینه استفاده شده است. این مواد را به روش آغشته‌سازی بر روی منسوجات مختلف قرار می‌دهند و از خواص آن می‌توان به خاصیت هم‌زمانی ضد آبی و تغییر رنگ اشاره نمود. عمده کاربرد این مواد در سنسورهای تغییر رنگ دهنده در برابر حرارت مانند لباس‌های تب‌نما و همچنین لباس‌های تزئینی همچون لباس‌های شب و تی‌شرت‌ها و لباس‌های تبلیغاتی است.

شرکت تهران زرنخ

شرکت تولیدي تهران زرنخ زیرمجموعه گروه صنعتی تهرانی است که در سال ۱۳۷۶ به منظور تولید انواع نخ نیمه‌آرایش‌یافته (POY) نایلون و پلی‌استر تاسیس شد. هم‌اکنون فاز اول کارخانه با ظرفیت ۸۰۰۰ تن در سال در حال تولید بوده و با تکمیل فازهاي بعدي ظرفیت این واحد به ۵۰۰۰۰ تن در سال خواهد رسید. در این واحد نخ نیمه‌آرایش‌یافته نایلون و پلی استر در فرآیند ذوب‌ریسی با استفاده از ماشین آلات پیشرفته و تحت کنترل مکانیزه تولید می‌شود. تولید انواع نخ رنگی به روش Doped Dyeing در ظرفات‌های مات، نیمه‌مات و براق با استفاده از دانه‌های رنگی نیز در مرحله تولید الیاف وجود دارد. شرکت تهران زرنخ ازجمله پیشگامان به‌کارگیری فناوری نانو در صنعت نساجی در کشور به شمار می‌رود که تاکنون موفق به تولید چندین محصول متفاوت در این حوزه شده است. نخستین محصول نانوفناورانه شرکت تهران زرنخ، نخ نانوکامپوزیتی ضدمیکروب نایلون است که در حال حاضر به‌صورت انبوه تولید شده و در کاربردهای متعدد مورد استفاده قرار می‌گیرد. سال‌های متمادی است که صنعت نساجی، پارچه‌های ضد باکتری و ضد قارچ را جهت مصارف پزشکی، بهداشتی و به منظور مهار باکتری‌ها عرضه کرده است. محققان همواره درصدد بوده‌اند منسوجاتی را تولید نمایند که علاوه بر قدرت بالای ضد باکتری، ثبات خوبی در برابر شست‌وشو نیز داشته باشند.

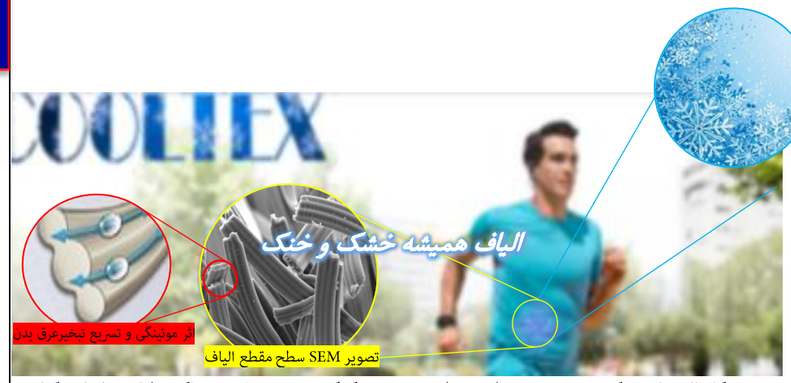
گروه تولیدی صنعتی تهرانی مشتمل بر سه شرکت تهران زرنخ، تهران تکنخ و تکرنگ‌نخ در سال ۱۳۷۰ در زمینی به مساحت ۲۵۰۰۰ متر مربع در شهر صنعتی البرز قزوین تأسیس شد. به موجب گواهی ثبت اختراع از سازمان ثبت‌اسناد و املاک کشور، تولید نخ ضدمیکروب نایلون حاوی نانوذرات نقره به مدت بیست سال از تاریخ ۱۳۹۲/۳/۲۹ در انحصار این گروه خواهد بود.

روش پوشش دادن و اسپری کردن نانو ذرات نقره به الیاف موجب ایجاد خواص ضد باکتری در منسوجات می‌شود، اما ثبات شست‌وشویی ضعیف این پارچه‌ها از معایب قابل توجه این روش‌ها محسوب می‌شود. همچنین علاوه بر از بین رفتن خواص ضد باکتری پارچه پس از دفعات شست‌وشو، به دلیل رهایش نانو ذرات نقره، منجر به آلوده شدن محیط‌زیست نیز می‌شود. نخ نیمه‌آرایش‌یافته با توجه به فرایند تولید ذوب‌ریسی امکان افزودن نانوذرات مورد نظر را به بافت نخ فراهم می‌کند. نخ نیمه‌آرایش‌یافته به گونه‌ای از نخ گفته می‌شود که در زمینه نوع ساختار پلیمری آن، یک زنجیره مولکولی به شکل نیمه‌آرایش‌یافته وجود دارد. این مقدار بی‌نظمی سبب به وجود آمدن ازدیاد طول در محصول تولیدی می‌شود. به طور معمول نخ‌های POY یا به شکل ترکیبی با دیگر نخ‌ها مصرف شده و یا اینکه در کارخانه‌های بافت‌دهی(Texturising) به بافت‌نخ و استرچ تبدیل می‌شود. در این رابطه شرکت تهران زرنخ برای اولین بار در ایران فیلامنت ضد میکروب نایلون حاوی نانو ذرات نقره و با خواص پایدار تولید و ثبت اختراع نموده و در اختیار مصرف‌کنندگان قرار داده است. برای این منظور جهت تولید نخ نایلون ضدمیکروب، گرانول پلی‌آمید با درصد مشخصی از دانه‌های رنگی کامپوزیتی حاوی نانوذرات نقره و دی‌اکسید تیتانیوم در فرایند ذوب‌ریسی مخلوط شده تا فیلامنت‌های POY جهت تولید منسوجات ضدمیکروب تولید شود.

محصولات شرکت تهران زرنخ

نخ‌های پلی‌آمید و پلی‌استر خنک‌کننده

نخ‌های خنک‌کننده شرکت تهران زرنخ، با نام تجاری «COOLTEX» حاوی نانوذرات سرامیکی ویژه موجود درون الیاف منجر به افزایش میزان حس خنکی منسوج شده و با افزایش سرعت تبخیر رطوبت موجود بر روی منسوج، سطح بالاتری از راحتی را برای فرد استفاده کننده به ارمغان می‌آورد. نانوذرات استفاده شده منجر به جذب و انتقال سریعتر رطوبت به محیط پیرامون منسوج می‌شود. فناوری به کار گرفته شده به دلیل حفظ قابلیت تنفس بدن، راحتی شخص را حفظ می کند. همچنین به دلیل غیر مدور بودن سطح مقطع نخ‌ها، امکان انتقال سریع رطوبت و عرق بدن میسر است.



وجود کانال‌های میکرومتری در سطح مقطع الیاف از طریق خاصیت موئینگی سبب انتقال سریع‌تر رطوبت به سطح وسیع‌تری از منسوج شده و لذا سبب افزایش روند تبخیر رطوبت از منسوج می‌شود. از آن‌جایی که تبخیر فرآیندی گرماگیر است، گرمای لازم برای تبخیر از بدن فرد تامین شده و در نتیجه احساس خشکی و خنکی مطبوعی برای شخص استفاده کننده از منسوج ایجاد می‌شود. محصول نخ پلی آمید خنک کننده این شرکت با ضوابط فنی واحد ارزیابی محصولات و استاندارد ISIRI 12098 مطابقت داشته و در حال حاضر نخ COOLTEX به تولید انبوه صنعتی رسیده و نمونه اولیه پوشاک ورزشی از این نخ توسط شرکت بافندگی MTC به روش بدون درز(Seamless) تهیه شده است. از دیگر محصولات تولید شده با نخ‌های خنک‌کننده می‌توان پوشاک نظامی، لباس کار، لباس های زیر، منسوجات خواب، جوراب و کفش را نام برد.

نخ پلی‌آمید با قابلیت تابش امواج فروسرخ

نشر امواج فروسرخ از الیاف پلی‌آمید تولید شده در شرکت تهران‌زرنخ به علت استفاده از نانوذرات بایوسرامیکی در بافت این نخ‌ها است. نانوذراتی مانند اکسیدروی و تیتانیوم با جذب گرمای بدن و افزایش دما، امواج فروسرخ را به سطح بدن تابش می‌کنند. این امواج علاوه بر حفظ دمای بدن، از پوست عبور کرده و باعث تحریک مویرگ‌ها می‌شوند. این تحریکات باعث بهبود خون‌رسانی و انتقال بهینه اکسیژن به سلول‌ها می‌گردد. همچنین استفاده از این الیاف در دستکش‌های درمانی، پانسمان‌ها و زخم پوش‌ها کاربرد دارد.

محصولات شرکت تهران زرنخ دارای گواهی نانومقیاس از ستاد توسعه فناوری نانو و همچنین نشان سیب سلامت از وزارت بهداشت می‌باشند.

دقت اندازه‌گیری دستگاه پالس‌اکسی‌متری مپوا با دقت بالا قابل مقایسه با نمونه مشابه آمریکایی است. پالس اکسی‌متر «ماسیمو» ساخت آمریکا، دستگاه مرجعی است که بسیاری از کشورها از آن استفاده می‌کنند. نمونه ایرانی این دستگاه با نصف قیمت نمونه‌های خارجی در بازار موجود است.

پوشیدن این الیاف در ناحیه مچ دست باعث افزایش گردش خون شده که برای مبتلایان به سندروم تونل کارپال موجب کاهش درد و بهبود این عارضه می‌شود. این الیاف در مقیاس صنعتی با نام تجاری «HEALTEX» در حال تولید است و بیشتر مصارف پزشکی و ورزشی دارد.

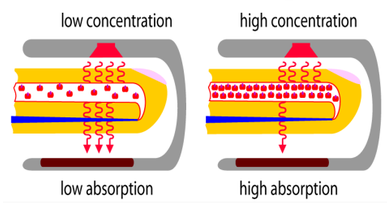
نخ پلی‌آمید ضدمیکروب

استفاده مداوم از لباس‌ها در اثر تعریق بدن، مکان مناسبی برای رشد باکتری‌ها، قارچ‌ها و میکروب‌ها است. حساسیت، خارش پوستی، انتقال بیماری و بوی نامطبوع از عوارض رشد میکروارگانیسم‌های مضر در بافت لباس‌ها است. شرکت تهران‌زرنخ با شناسایی این نیاز جامعه با استفاده از نانوذرات نقره و اکسیدروی در مرحله ذوب‌ریسی، نخ‌های پلی‌آمید ضد میکروب را با نام تجاری «BACTEX» به بازار عرضه کرده است. این نخ‌ها قابلیت از بین بردن انواع باکتری، میکروب و قارچ را دارند و کاملا با پوست بدن سازگار هستند. محصولات شرکت در این بخش شامل منسوجات بیمارستانی، حوله، دستکش، جوراب، لباس‌های ورزشی و ... است. علاوه بر بازار مستقیم، شرکت‌ها و کارخانه‌های زیادی در بخش پوشاک از نخ‌های شرکت تهران‌زرنخ به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کنند.

شرکت مپوا

شرکت دانش‌بنیان مهندسان پایش وضعیت امیرکبیر با نام اختصاری «مپوا» یکی از شرکت‌های معتبر کشور در ساخت تجهیزات بازرسی غیرمخرب پیشرفته صنعتی، تجهیزات آزمایشگاهی و پزشکی است. این شرکت متشکل از سه دپارتمان است. دپارتمان بازرسی و تجهیزات آزمایشگاهی عمدتا در بخش پایش صنایع نفت و گاز، فعالیت دارد و دپارتمان مشاوره و کسب و کار، به عنوان کارگزار رسمی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان به شناسایی ایده‌ها و نحوه رشد و تجاری‌سازی آن‌ها می‌پردازد. دپارتمان تجهیزات پزشکی نیز با توجه به نیازهای ضروری جامعه و بیمارستان‌ها، در زمینه پایش سلامت افراد و بومی‌سازی تجهیزات پزشکی نوین جهت شناسایی علایم حیاتی بدن و بیماری‌های مختلف در حال فعالیت است. شرکت دانش‌بنیان مپوا با رویکردی علم‌محور و با پرورش خلاقیت و نوآوری در زمینه فعالیت خود همواره به دنبال ارتقاء کیفی محصولات و بومی سازی آن‌ها بوده است. دپارتمان تجهیزات پزشکی شرکت مپوا که در دانشگاه امیرکبیر تأسیس شده است، در حدود شش سال از شروع فعالیت خود توانسته است دو محصول پایش سلامت را به بازار عرضه کند. فشارسنج دیجیتالی اولین محصول این دپارتمان بوده است. پایش سلامت بدن به طور مداوم بدون حضور پزشک، یکی از چالش‌های بسیار مهمی است که در دنیا مورد توجه قرار گرفته است و پوشیدنی‌های هوشمند کلید حل این چالش بزرگ است. شرکت مپوا از پیشگامان ورود به عرصه پایش سلامت هوشمند در کشور است و با بهره‌گیری از دانش تخصصی دانش‌آموختگان کشور چند محصول پایش سلامت دیگر نیز در دست تولید دارد که هنوز روانه بازار نشده است.

یکی از مهم‌ترین محصولات شرکت مپوا در حوزه پوشیدنی‌های هوشمند و پایش سلامت بدن، پالس‌اکسی‌متر است. پالس‌اکسی‌متر نام دستگاهی است که از آن برای سنجش میزان اکسیژن اشباع خون استفاده می‌شود. نمایشگر آن



علاوه بر نمایش میزان اشباع اکسیژن خون، تعداد ضربان قلب را نیز نمایش می دهد. این روش، روشی غیرتهاجمی است که میزان مولکول‌های هموگلوبینی را که با اکسیژن آمیخته شده‌اند، اندازه‌گیری و به درصد بیان می‌کند که میزان نرمال آن ۹۷٪-۹۵ است.

این دستگاه از یک حسگر نوری تشکیل شده است که بر روی شریانچه‌های نبض‌دار قرار می‌گیرد (معمولا روی انگشت اشاره شخص). نمونه‌های تجاری فعلی به صورت یک گیره است که روی انگشت دست قرار می‌گیرد. در طرف دیگر دستگاه، دو LED به عنوان فرستنده قرار گرفته است که نور قرمز با طول موج ۶۶۰ نانومتر و امواج فروسرخ با طول موج ۹۳۰ نانومتر را منتشر می‌کنند. تقریباً ۹۷ درصد از مقدار اکسیژنی که به بافت‌ها می‌رسد، از طریق ترکیب شیمیایی آن با هموگلوبین است و ۳ درصد دیگر از طریق حل شدن آن در مایع پلاسما انتقال پیدا می‌کند. مقداری از نور منتشر شده از LEDها هنگام عبور از خون داخل شریانچه، مطابق با قانون لامبرت جذب می‌شود. میزان جذب نور توسط حسگر نوری اندازه گیری شده و پس از پردازش اطلاعات، غلظت اکسیژن موجود در خون روی نمایشگر دستگاه نشان داده می‌شود. همچنین این دستگاه قادر به سنجش وضعیت نبض بیمار است. مزیت پالس‌اکسی‌متر نسبت به روش‌های دیگر سنجش اکسیژن خون، دقت بسیار بالا، زمان سنجش کوتاه و عدم نیاز به خون‌گیری از فرد است. علاوه بر آن شما با داشتن این دستگاه به طور مداوم و هرزمان که بخواهید قادر به سنجش اکسیژن خون یا وضعیت ضربان قلب خود و اطرافیانتان خواهید بود. ساخت نمونه اولیه این دستگاه در شرکت مپوا حدود سه سال زمان برده است و با دقت و کیفیت مطلوب در بازار عرضه شده است. این اولین نمونه این دستگاه است که در کشور ساخته شده است. در حال حاضر ظرفیت تولید این محصول حدود ۱۰هزار عدد دستگاه در سال است؛ و این در حالی است که نیاز کشور به این دستگاه در سال، حدود ۷۰هزار دستگاه است. اهمیت این دستگاه در دوران همه‌گیری کرونا بیش از پیش مشخص شد. با توجه به اینکه فرد مبتلا به کرونا با کاهش سطح اکسیژن بدن روبه‌رو می‌شود، پالس‌اکسی‌متری روشی بسیار مناسب جهت تشخیص اولیه این بیماری است. از این رو با حمایت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، به زودی ظرفیت تولید دستگاه پالس‌اکسی‌متر شرکت مپوا رشد سه برابری خواهد داشت.

شرکت‌های کارگزاری، نقش واسطه میان صنعت و شرکت‌های دانش‌بنیان را ایفا می‌کنند و ارتباط لازم را بین آن‌ها برقرار می‌کنند. این کارگزاری‌ها از سوی مرکز شرکت‌ها و موسسات دانش‌بنیان معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری شناسایی و در سایت این مرکز معرفی شده‌اند. یکی از این شرکت‌های کارگزار، شرکت مپوا است که با تجربه چندین ساله فنی و مشاوره‌ای در صنایع مختلف دارای بانک جامعی از کارشناسان فنی است.

نوآورانه

نقش علم در تندرستی

فناوری‌های فوتونیکی پوشیدنی دستیاران هوشمند پزشکان

آنچه که در این بخش می خوانید :

اهمیت استفاده از فناوری‌های پوشیدنی در دنیای امروز

معرفی پرکاربردترین سامانه‌های پوشیدنی

دستاوردهای اخیر دانشمندان در این حوزه فناورانه

نقش علم در تندرستی

به قلم علی کاویانفر

alikavianfar.optonics@yahoo.com

با رشد روزافزون جمعیت، پیری، بیماری‌های مزمن و افزایش هزینه‌های درمان و پزشکی، سامانه‌های مراقبت از سلامت در حال تجربه یک گذار اساسی از سامانه سنتی بیمارستان محور به سامانه‌هایی فرد محور است. از این رو، برای نظارت بر وضعیت بیماران و درمان آنها، بهره‌گیری از امکانات حسگرهای الکترونیکی – نوری تبدیل به یک ضرورت شده است.

تاریخچه استفاده از این حسگرها به سال ۱۹۵۸ بر می‌گردد که برای اولین بار، از یک دستگاه تنظیم‌کننده ضربان قلب برای بیماران مبتلا به آریتمی ضربان قلب استفاده شد.

در قرن بیستم، استفاده از حسگرهای پوشیدنی در سامانه‌های مراقبت سلامتی، به صورت شگرفی رونق یافته است. این افزاره‌ها با اندازه‌گیری مداوم علائم زیستی برای نظارت بر وضعیت و سلامت بیمار، افزایش دقت در تشخیص پزشکی و ارزیابی مایعات بیولوژیکی مانند بزاق، خون و عرق، روند درمان بیمار را تسهیل می‌کنند.

طی چندین دهه گذشته، تلاش برای پیشرفت در امکان نظارت غیرتهاجمی بر علائم زیستی، باکتری‌ها، هورمون‌ها و غیره، منجر به تحول حسگرهای زیستی، الکتروشیمیایی و نوری شده است. این پوشیدنی‌های هوشمند، امکان دستیابی به درک بهتری از ارتباط بین غلظت خون یا مایعات بیولوژیکی غیرتهاجمی با بیماری را فراهم می‌کنند که در تشخیص به موقع، درمان و کنترل شرایط پزشکی بسیار حائز اهمیت است.

با این حال، مطالعات اعتبارسنجی گروهی و ارزیابی عملکرد حسگرهای زیستی پوشیدنی، برای تأیید عملکرد بالینی آنها ضروری است. امروزه، طراحی و توسعه حسگرهای زیستی پوشیدنی با توجه به قابلیت آنها در نظارت بر سلامت انسان و پزشکی فردی، توجه بسیاری را به خود جلب کرده است.

حسگرهای زیستی پوشیدنی دستگاه‌های الکترونیکی قابل حملی هستند که به صورت خالکوبی، دستکش، لباس و حتی کاشت در بدن انسان، جایگذاری شده و با بهره‌گیری از امکانات دستگاه‌های قابل حمل و یا تلفن همراه، می‌توانند وظیفه نظارت، ضبط و محاسبه اطلاعات در داخل بدن را انجام دهند. همچنین این افزاره‌ها امکان تعیین کمیت‌های غیرتهاجمی و نشانگرهای مختلف بیوشیمیایی در مایعات

بدن انسان مانند بزاق، عرق، پوست و اشک را در زمان واقعی فراهم می‌کنند. این افزاره‌ها به صورت معمول از دو بخش عملکردی اساسی تشکیل شده‌اند: یک عنصر شناختی یا گیرنده زیستی و یک مبدل فیزیکی- شیمیایی مانند نوری، الکتروشیمیایی، پیزوالکتریک و یا حرارتی.

در واقع، یک حسگر زیستی مسئول تشخیص هدف و تبدیل یک رویداد شناخت زیستی به یک سیگنال قابل اندازه‌گیری است.

پیشرفت در حوزه فناوری‌های حسگر زیستی راه را برای توسعه حسگرهای زیستی پوشیدنی نوین (که برای نظارت غیرتهاجمی در مراقبت‌های بهداشتی و کاربردهای پزشکی استفاده می‌شوند)، هموار کرده است.

از حسگرهای حالت حرکت، اغلب برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی انسان مانند راه رفتن، خواب، لرزش برای نظارت و جمع آوری اطلاعات طولانی مدت در زمان واقعی، استفاده می شود.

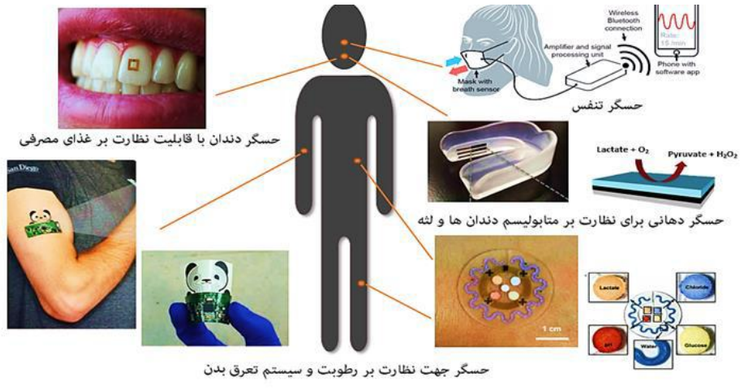
حسگرهای بیوشیمیایی پوشیدنی، نمونه‌های مختلف را به طور موازی ردیابی و پردازش می‌کنند. دانشمندان و متصدیان آزمایشگاه این حسگرهای بیوشیمیایی پوشیدنی را در مایعات بیولوژیکی قرار داده و به این ترتیب با استفاده از آنها شرایط سلامتی و متابولیسم بدن فرد را کنترل می‌کنند.

برای سنجش عوامل بیوفیزیکی مانند فشار خون، ضربان قلب و دما، از حسگرهای بیوفیزیکی پوشیدنی بهره‌گیری می‌شود.

ادغام حسگرها برای تشخیص علائم زیستی متنوع در آینده حسگرهای زیستی پوشیدنی یک چالش است و این امر نیازمند تحقیق و توسعه مداوم دستگاه‌های سنجش است.

اما در میان اشکال مختلف حسگرهای زیستی، حسگرهای الکتروشیمیایی به خاطر برخورداری از مزایای چشمگیری همچون سهولت ساخت، حساسیت بالاتر، پاسخ سریع و توانایی کار با مصرف انرژی کم، بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. الکترودهای سنجش که اغلب عملکرد الکتروشیمیایی دارند، در توسعه حسگرهای زیستی پوشیدنی نقش به سزایی را بر عهده دارند.

مواد کاربردی و فناوری‌های مورد استفاده در ساخت الکترودهای سنجش از جمله چالش‌هایی است که برای بهبود عملکرد حسگرهای بیوشیمیایی پوشیدنی باید مورد توجه قرار گیرد. به تازگی پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه بهره‌گیری از مواد جدید مانند نانوذرات ترکیبی و فلزی، نانوکامپوزیت‌ها، کربن و مواد پلیمری برای ساخت الکترودهای سنجش صورت گرفته است که منجر به بهبود عملکرد حسگرهای بیوشیمیایی پوشیدنی شده است.



با استفاده از دستگاه‌های کوچک‌سازی شده یکپارچه و پیشرفت در فناوری (میکروالکترونیک و ارتباطات بی‌سیم)، حسگرهای بیوشیمیایی به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی ما تبدیل شده‌اند. با این حال، توسعه بیشتر آن‌ها، نیاز آینده است.

از این رو با توجه به تاکید بیشتر بر شناسایی علائم زیستی مختلف که در حفظ سلامت افراد نقش مهمی را ایفا می‌کند، تلاش برای توسعه حسگرهای پوشیدنی در سال‌های اخیر همچنان ادامه دارد. از آنجا که اهمیت توسعه این فناری مستلزم آشنایی با محصولات این حوزه و تحقیق گسترده پیرامون نحوه عملکرد کارآیی این ادوات است، در ذیل به بررسی گونه‌های مختلفی از انواع حسگرهای زیستی پوشیدنی که تاکنون توسط فناوران عرضه شده است، می‌پردازیم.

انواع دستگاه‌های پوشیدنی و ویژگی‌های آن‌ها

دستگاه‌های پوشیدنی را می‌توان در اشکال متنوع به صورت بندهای پوشیدنی (مانند ساعت، دستکش)، منسوجات پوشیدنی (تیشرت، جوراب، کفش)، پوشیدنی‌های سر (عینک و کلاه ایمنی) و دستگاه‌های سنجش برای نظارت بر سلامت طبقه‌بندی کرد. با استفاده از دستگاه‌های کوچک‌سازی شده یکپارچه و پیشرفت در فناوری (میکروالکترونیک و ارتباطات بی‌سیم)، حسگرهای بیوشیمیایی به بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی ما تبدیل شده اند. با این حال، توسعه بیشتر آن نیاز آینده است.

پوشیدنی‌های مچی

همانطور که از نام آن پیداست، افزاره‌هایی هستند که بر روی مچ دست پوشیده می‌شوند. این افزاره‌ها با هدف پایش عوامل فیزیولوژیکی برای تبدیل سیگنال‌های خام به اطلاعاتی قابل تفسیر در زمان واقعی، توسعه یافته‌اند. این افزاره‌ها پس از موفقیت در زمینه کاهش اندازه و بهبود طول عمر باتری‌ها در بازار عرضه شدند. اگرچه بین مچ‌بندها و ساعت‌ها شباهت‌هایی وجود دارد، با این حال، مچ‌بندها به طور خاص برای ردیابی فعالیت‌های سلامتی و تناسب اندام انسان طراحی شده‌اند و به طور عامیانه در رده دستگاه‌های پوشیدنی مچی قرار می‌گیرند. بر اساس روند فعلی بازار، بازار مچ‌بندها به سرعت در حال گسترش است و علاقه به نظارت و رفاه مراقبت‌های بهداشتی نیز در حال افزایش است. در سال ۲۰۱۶، فقط در آمریکا نزدیک به ۴۰ میلیون دستگاه مچ‌بند سلامتی به فروش رفته است.

برچسب‌های مچ

یک سامانه برچسبی انعطاف‌پذیر و مبتنی بر میکروسیال است که برای تجزیه و تحلیل آنی نمونه‌های عرق انسان توسعه یافته است. این حسگر بر روی یک بستر پلاستیکی انعطاف‌پذیر ساخته شده است که توسط میکروسیال‌ها به شکل کانال مارپیچی ساخته شده است. این سامانه قادر به تجزیه و تحلیل مولفه‌های مربوط به عرق است. این حسگر می تواند غلظت یون‌ها و حجم عرق را اندازه‌گیری کند و به این ترتیب امکان نظارت بر شرایط فیزیولوژیکی و بالینی انسان‌ها توسط پارامترهای مربوط به عرق بیش از پیش تسهیل می‌شود.

در رویکرد دیگری، به تازگی دانشمندان اعلام کرده‌اند که می‌توانند میزان استرس را از طریق سنجش فعالیت الکترودرمال پوست تعیین کنند. در حال حاضر، سامانه‌های مختلف پوششی بر روی سطح پوست در مرحله توسعه هستند که نشان‌دهنده تغییر توجه محققان به سمت سامانه‌های انعطاف‌پذیر است.

دستگاه‌های مناسب برای سر

این افزاره‌ها از نوع بصری هستند که بر روی سر شخص نصب می‌شوند. در حال حاضر، کاربرد این قبیل دستگاه‌ها محدود به جراحی، تصویربرداری، شبیه‌سازی‌ها، آموزش و ابزار ناوبری می‌شود. از این رو، به نظر می‌رسد با وجود قابلیت‌های موجود، این دستگاه‌ها در مقایسه با مچ‌بندها، هنوز به مرحله بلوغ نرسیده‌اند.

عینک‌ها

عینک‌های هوشمند گونه‌ای نوین از سامانه‌های پوشیدنی هستند که نوعی کامپیوتر بر روی آنها نصب شده است و از قابلیت پخش تصویر بر روی صفحات برخوردار هستند. به عنوان مثال، عینک‌های هوشمند دارای حسگر فوتوپلتیسموگرافی (PPG) روی صفحه هستند که ضربان قلب را به طور مداوم کنترل می‌کند. عینک‌های مجهز به پد بینی، برای نظارت و کنترل همزمان عرق و سطح پتاسیم، از یک حسگر بهره می‌گیرند. این عینک‌ها در مقایسه با برچسب‌های حسگر مچ یا بینی تنوع بیشتری دارند. این سامانه‌های سنجشی چند منظوره بی‌سیم را می‌توان برای نظارت و بررسی سطح تعرق بدن انسان‌ها گسترش داد.

عینک‌های هوشمند مورد استفاده در صنعت پزشکی، امکاناتی را در اختیار پزشکان و به خصوص جراحان قرار می‌دهد که بدون آنها و با چشم عادی قادر به انجام برخی از امور نیستند. البته این فناوری هنوز در مرحله توسعه و رسیدن به بلوغ فناوری است.

کلاه

یکی دیگر از انواع افزاره‌های پوشیدنی سر، کلاه‌های ایمنی هستند که به تازگی عرضه شده‌اند. گروهی از محققان دانمارکی گونه‌ای از کلاه ایمنی را طراحی کرده‌اند که از طریق فعال‌سازی مجدد اعضاء درگیر در فرایند افسردگی و بهبود سریع بیماران با انتقال پالس‌های الکتریکی ضعیف به مغز، در درمان این نوع بیماری، مورد استفاده قرار می‌گیرند. غذا و دارو، کارامدی و امنیت این کلاه ایمنی را برای درمان افسردگی تایید کرده است.

نمونه‌ای از برچسب‌های مچی که از قابلیت نظارت و انتقال اطلاعات از رگها و سطح پوست به کامپیوتر برخوردارند.

از جمله افزاره‌های فوتونیکی پوشیدنی که هم اکنون به صورت رایج در کشورمان استفاده می‌شود، می‌توان به دستگاه‌های اندازه‌گیری غلظت اکسیژن خون اشاره کرد که در بررسی شرایط اولیه بیماران مشکوک به ویروس کرونا نیز بسیار کاربرد دارد.

عینک‌های هوشمند امکاناتی را در اختیار پزشکان و جراحان قرار می‌دهد که اناجام برخی از امور پزشکی بدون بهره‌گیری از این تجهیزات و با چشم عادی قادر به حتی ممکن نیست.

دستگاه‌های متصل به قفسه سینه

در این دستگاه‌ها یک دکمه فشاری تعبیه شده است و با فشار دادن دکمه پیامی به صورت بی‌سیم به یک مکان دیگر منتقل می‌شود. به طور موازی، از سامانه دیگری متشکل از ریزپردازنده‌های پیشرفته و واحدهای فشارسنج برای نظارت بر حرکت استفاده می‌شود. این دستگاه قادر است بین حرکات طبیعی و غیرطبیعی بدن تفاوت قائل شود و به منظور نظارت بر فعالیت‌های فیزیکی بدن به ویژه افراد دارای بیماری‌های جسمانی طراحی شده است. تصویر پایین نمونه‌ای از چند حسگر برچسبی را نشان می‌دهد که به تازگی توسط محققان و دانشمندان ارائه شده است.

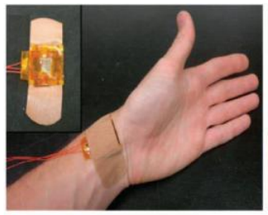
سامانه‌های درمانی

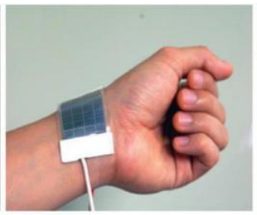
امروزه از سامانه‌های قابل حمل و پوشیدنی در زمینه پزشکی، برای نظارت بر بیماری و درمان بیمار به وفور استفاده می‌شود. این سامانه‌ها با هدف از پایش وضعیت بیمار در خارج از محیط بیمارستان، کمک به جابجایی بیماران، تحویل دقیق دارو و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. پیشرفت‌های اخیر در زمینه توسعه حسگرها، قطعات میکروالکترونیکی، سامانه‌های میکروالکترومکانیکی و فناوری تحلیل اطلاعات باعث توسعه سامانه‌های پوشیدنی برای نظارت و درمان بیماران شده است.

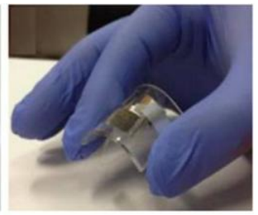
کوچک‌سازی مدارهای الکترونیکی یا به نوعی استفاده از میکروالکترونیک نقش مهمی در ارتقای عملکرد دستگاه‌های پوشیدنی داشته است به طوریکه از تجهیزات پوشیدنی در ابعاد کوچکتر می‌توان در نظارت دقیق‌تر بر فعالیت یک شخص بهره برد.

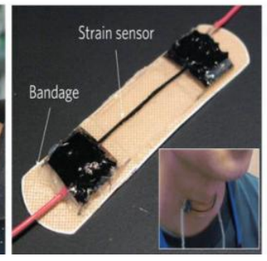
در اغلب سامانه‌های پوشیدنی چندین حسگر را در یک شبکه ادغام می‌کنند و با بهره‌گیری از امکاناتی که ارتباطات بی‌سیم فراهم می‌کند، می‌تواند با سایر محرک‌ها و پردازنده‌ها هماهنگ شود. پیشرفت‌های چشمگیری که در ارتباطات بی‌سیم صورت گرفته است، امکان انتقال اطلاعات از راه دور را در مدت زمان کوتاهی فراهم می‌کند.

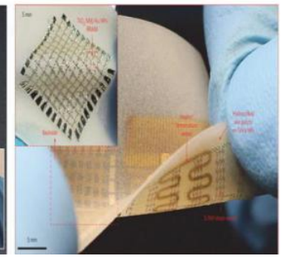
در اینجا مدیریت اطلاعات پلی است که مولفه‌های پیچیده بدن انسان و خدمات بهداشتی را بهم پیوند می‌زند. ادغام خودکار اطلاعات جمع‌آوری شده در پایگاه‌های داده











تحقیقاتی می‌تواند فرصتی را برای جامعه پزشکی فراهم آورد تا با تشخیص به موقع اختلالات، روند تکامل بیماری، اثرات دارو درمانی و روند توانبخشی و سلامتی اشخاص را مطالعه کنند و به این ترتیب به بیمارانی که دچار بیماری مزمن هستند، کمک می‌کند تا با کنترل فرایند درمان، سلامتی خود را باز یابند.

وقتی در حلقه بسته بین شبکه حسگر و محرک‌هایی مانند پمپ و الکترود، عملکرد درمانی را به صورت مستقیم انجام می دهند، دیگر این سامانه به مشارکت و مداخله کاربر متکی نخواهد بود.

یکی از مهمترین موانع اطلاعاتی در هنگام استفاده از دستگاه‌های پوشیدنی، پردازش حجم انبوه اطلاعات در فرایند نظارت طولانی مدت و چندگانه بر وضعیت بیماران در خارج از بیمارستان است.

امروزه روش‌های متنوع تجزیه و تحلیل اطلاعات مانند پردازش سیگنال‌ها، شناسایی الگو، داده‌کاوی و سایر روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، نظارت مستمر بر وضعیت بیمار را امکان‌پذیر کرده است که در غیر این صورت غیرممکن بود.

برای نظارت بر سلامتی باید مولفه‌های فیزیولوژیکی شامل دمای بدن، میزان تنفس، ضربان قلب، الکتروکاردیوگرام (ECG)، الکتروانسفالوگرام (EEG)، فشار خون، گلوکز خون، سطح اشباع اکسیژن خون و الکترومیوگرافی و فعالیت‌های عضلانی پایش شوند. تا همین اواخر، نظارت بر این مولفه‌ها فقط در شرایط بیمارستانی امکان‌پذیر بود.

اما با ظهور فناوری‌های پوشیدنی نوین به تدریج زمینه نظارت دقیق، مداوم و طولانی مدت بر عوامل فیزیولوژیکی حتی خارج از بیمارستان هم فراهم شد. از این رو، به دلیل اهمیت این موضوع در این بخش به توضیح آن می‌پردازیم.

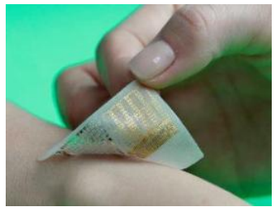
فعالیت اندام‌های انسانی، مانند قلب، عضله، مغز و غیره منجر به ایجاد سیگنال‌های بیوالکتریک می‌شود که به صورت قابلیت ارتباط الکتریکی بین سلول‌های زنده تعریف می‌شود و به چندین روش قابل اندازه‌گیری است. روش الکترومیوگرافی یا نوار عصب و عضله، معیار خوبی برای اندازه‌گیری قدرت انقباض عضله است که می‌تواند به عنوان یک ابزار تشخیصی برای شناسایی بیماری‌های عصبی-عضلانی، مورد استفاده قرار گیرد.

از آنجایی که در بدن انسان منبع نوری وجود ندارد، در اینجا ما بر روی سنجش فوتوپلتایسموگرافیک متمرکز می‌شویم. این روش که یک روش غیرتهاجمی است با استفاده از نورمادون سرخ و بر اساس تعیین مشخصات نوری یک ناحیه معین پوست عمل می‌کند. در این روش از یک دیود نور گسیل برای انتشار نور به بافت و یک فوتودیود برای اندازه‌گیری مقدار نور منعکس شده از بافت یا منتقل شده از سطح آن استفاده می‌شود.

در تحقیقات اخیر، طراحی‌های فشرده و سبک حسگرهای فوتوپلتیسموگرام برای اندازه‌گیری مولفه‌های فیزیولوژیکی بدن به وسیله دستگاه‌های پوشیدنی، مورد بررسی قرار گرفته است. به طوری که حسگرهای جدید می‌توانند در قسمت‌های مختلف بدن از جمله انگشت، مچ دست، لاله گوش، غضروف گوش خارجی و منطقه فوقانی گوش جای گیرند. حال آن که، حسگرهای فوتوپلتیسموگرام تجاری اغلب در انگشت، لاله گوش و پیشانی قرار می‌گیرند.

از آنجایی که سیگنال فوتوپلتیسموگرام منتقل شده از لاله گوش بیشترین مقدار پرفیوژن را فراهم می‌کند، حسگرهای لاله گوش به عنوان سامانه ناظر بر ضربان قلب از محبوبیت بالایی برخوردار شده‌اند.

قابلیت انعطاف‌پذیری در طراحی برچسب‌های الکترونیکی امری حائز اهمیت است. این برچسب‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که بتوان آن ها را بر روی هر قسمت از بدن قرار داد. ضمن آن که علاوه بر منعطف بودن، می‌بایست دارای ساختار میکروالکترونیکی دقیق و حساسی باشند تا با حداقل خطا کار کنند.



یکی از ساده‌ترین و رایج‌ترین انواع افزاره‌های پوشیدنی که می‌تواند ضربان قلب، تنفس را اندازه‌گیری کرده و حتی در مورد فشار خون هشدار دهد، ساعت‌های هوشمندی است که در ابعاد و قیمت‌های مختلف در بازار موجود است. به تازگی، نمونه‌های ایرانی این ساعت‌های هوشمند نیز در بازار عرضه شده است.

فشار بدن انسان یک مفهوم گسترده است، از فعالیت روزمره آشکار، از فشار کف پا گرفته تا سیگنال ظریف مانند لرزش نبض در حوزه فشار طبقه‌بندی می‌شوند.

از آنجایی که نظارت بر فشار بدن انسان یکی از مولفه های اصلی در فرایند نظارت بر بیماری‌ها است، توجه زیادی را می‌طلبد.

تاکنون تلاش‌های گسترده‌ای برای دستیابی به حسگرهای پوشیدنی با دقت بالا برای نظارت بر فعالیت‌های روزمره، انجام شده است. برای مثال، محققان یک سامانه حسگر فشار را که در کفش تعبیه می‌شود، برای تشخیص خودکار وضعیت و فعالیت بیمار مبتلا به سکته مغزی ارائه کرده‌اند که می‌تواند فعالیت‌های شخص بیمار، شامل نشستن، ایستادن و راه رفتن را ارزیابی کند.

با توجه به ضرورت توسعه سریع در سامانه‌های نظارت بر عوامل مختلف فیزیولوژیکی، روند تحقیق در زمینه سامانه‌های پوشیدنی در حال ظهور در جهتی است که توسعه روش درمانی را در اولویت قرار داده است.

برنامه‌های کاربردی مورد استفاده در دستگاه‌های پوشیدنی درمانی با نظارت طولانی مدت را می توان به دو سامانه مجزا یعنی درمان پزشکی از راه دور و درمان مستقیم، تقسیم‌بندی کرد.

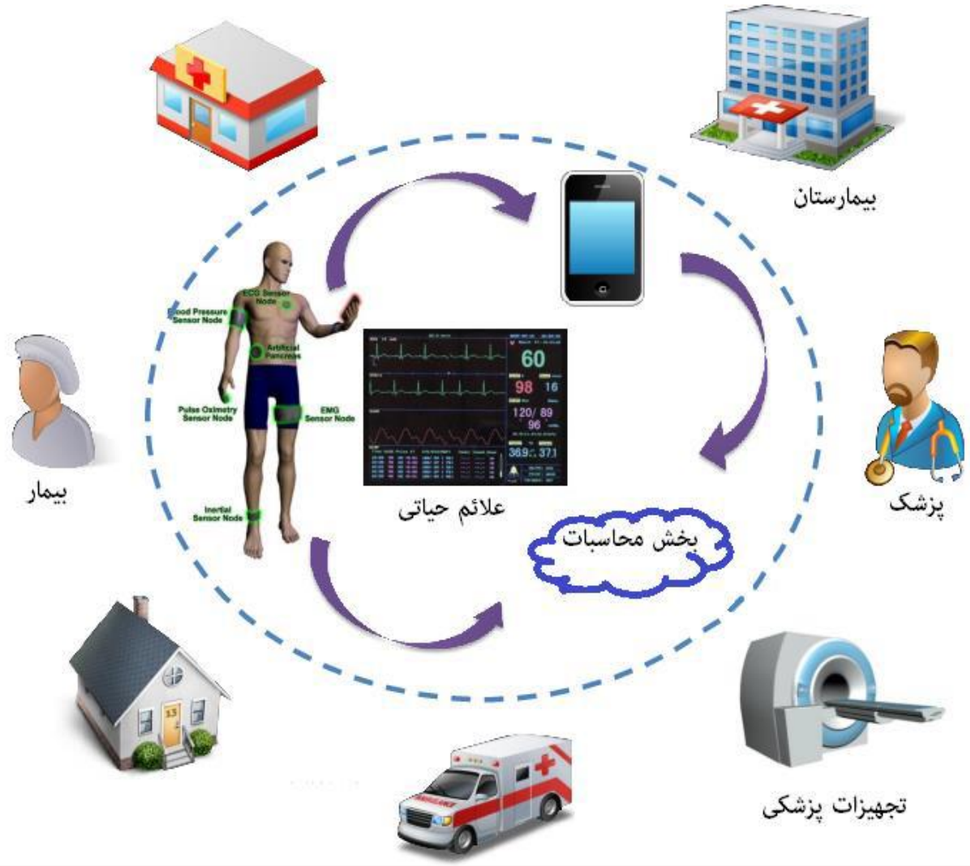
اطلاعات فیزیولوژیکی استخراج شده از حسگرها می‌تواند شاخص‌های وضعیت سلامتی را ارائه دهند. از این رو،از ارزش تشخیصی بالایی برخوردار است و می‌تواند در ارزیابی‌های درمانی بسیار موثر باشد.

شکل روبرو طرحواره یک چارچوب کامل از درمان از راه دور پزشکی مبتنی بر نظارت توسط حسگرهای پوشیدنی را نشان می‌دهد.

جمع بندی

تمام این موارد تنها نمونه‌های معدودی از کاربردهای گسترده فوتونیک و تجهیزاتی فوتونیکی در حوزه تشخیصی و درمان بیماری‌ها در انسان بودند، حال آن که این علم می‌تواند صنعت بهداشت و درمان را به طور کامل در سیطره خود درآورد. از دیگر کاربردهای مهم این فناوری می‌توان به کاربرد آن در تشخیص بیماری‌های قلبی، دستگاه پمپ انسولین در بیماران دیابتی، کلیه مصنوعی برای بیماران دچار عارضه‌های کلیوی، درمان بیماری پارکینسون با نظارت بر علائم آن و اسکلت رباتیک پوشیدنی برای کمک به معلولین برای جابجایی اجسام، اشاره نمود. در بیماران مبتلا به دیابت که نیاز به تزریق انسولین دارند، حسگرهای پوشیدنی در نقاط مشخص بدن می‌توانند سطح قند خون را اندازه‌گیری کنند و در صورت نیاز به طور خود به خودی به بدن شخص بیمار انسولین تزریق کنند.

در بیماران مبتلا به ضایعات نخاعی که بر اثر تصادفات و سوانح، دچار شکستگی یا دررفتگی ستون فقرات شده‌اند، می‌توان پس از عمل جراحی از یک حسگر نوری جهت بهبود عملکرد اندام ها بهره گرفت. به عنوان مثال، آقای دکتر بابک شادگان پژوهشگر ایرانی، موفق به ساخت نسل جدیدی از حسگرها شده‌اند که می‌تواند میزان جریان خون، فشار میان بافتی و میزان اکسیژن داخل بافت نخاع را پس از انجام جراحی پایش کرده و اطلاعات مربوطه را گزارش دهد.



البته مثال‌هایی از این دست که ردپای فوتونیک پوشیدنی را در صنعت پزشکی نمایان می‌کند، کم نیست اما به طور کلی لازم است مدل‌های تجاری دستگاه‌های نظارتی و درمانی پوشیدنی به صورت گسترده تولید شده و برای استفاده در دسترس بیماران قرار گیرد.

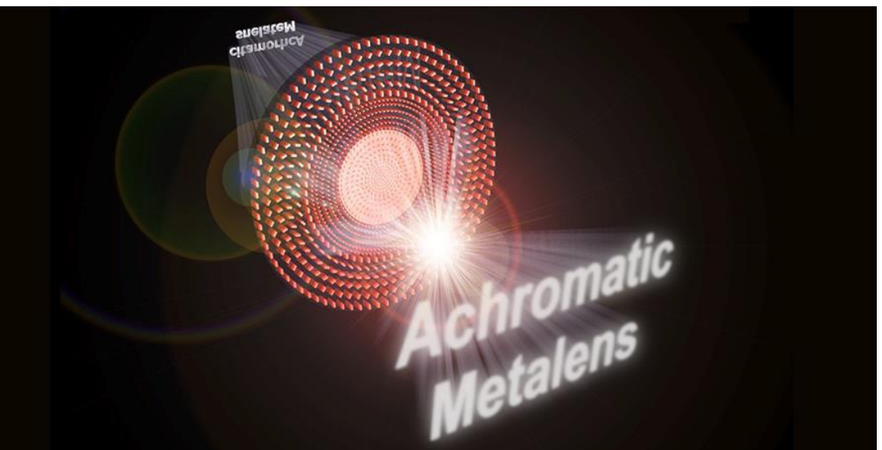
سخن آخر

سخن آخر این که، توسعه علم فوتونیک و بهره‌گیری از مواد پیشرفته، منجر به جهشی بی‌سابقه در تمام حوزه‌های علم و فناوری شده است و همه این پیشرفت‌ها مرهون ساعت‌ها تحقیق، مطالعه و آزمایش‌های علمی دانشمندان در چندین حوزه علمی است. از این رو برای دستیابی به کاربرد عملی این آورده‌های علمی و فناورانه، همکاری همه‌جانبه محققان علوم مختلف اعم از فوتونیک، الکترونیک، پزشکی، شیمی، مهندسی مواد، زیست‌شناسی و حتی فناوری اطلاعات، امری اجتناب‌ناپذیر است. با توسعه این فناوری‌ها و استفاده از دستگاه‌های نظارت بر مولفه‌های سلامت، درمان و حتی تزریق دارو در شرایطی که امکان رفتن بیمار به بیمارستان فراهم نباشد، می‌توان سلامت شمار زیادی از افراد را تضمین کرد. به عنوان مثال در حال حاضر، با شیوع همه‌گیری ویروس کرونا در دنیا، نیاز به بهره‌گیری از امکانات چنین فناوری‌هایی در منزل، به شدت احساس می‌شود. این در حالی است که هم اینک این حوزه در کشورمان در فاز تحقیقاتی قرار دارد و ما امیدواریم که به همت فناوران و دانشمندان خوش فکر ایران عزیز، به زودی شاهد ظهور این دست از فناوری‌ها هم باشیم تا بار دیگر علم و فناوری به معنای واقعی آن دستگیر و کمک حال مردم باشد.

دکتر بابک شادگان، یکی از ایرانیان موفق در علم پزشکی که تحقیقات وسیعی را در حوزه حسگرهای پزشکی انجام داده است. حسگرهای توسعه یافته توسط ایشان قادرند مولفه‌های پزشکی بافت نخاعی را پس از انجام جراحی پایش کرده و گزارش آن را ثبت کند.

دروازه‌های علم

دروگرهای انرژی بر تن شما



فراعدسی های آکروماتیک نسل جدید

سامانه ریزشبکه‌ای قابل پوشیدن پایدار متشکل از پارچه الکترونیکی چند بخشی

به قلم سیده ثریا موسوی
s.soraya.mosavy@gmail.com

دانشگاه سن‌دیگو به واسطه پردیس زیبا و انجام تحقیقات علمی بسیار مهم، شهرت جهانی دارد. با این حال، کمتر کسی می‌داند که در محوطه این دانشگاه یک ریزشبکه (microgrid) پیشرفته مستقر است که با ادغام منابع انرژی‌های تجدیدپذیر مانند سلول‌های سوختی، سلول‌های خورشیدی، و مجموعه‌های بزرگ باتری، برق مورد نیاز کلاس‌ها، روشنایی‌ها و ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی را تامین می‌کند. حفظ ثبات این ریزشبکه برای ارسال برق به تجهیزات پزشکی و تحقیقاتی مختلف بسیار حائز اهمیت است. برای دستیابی به چنین ثباتی، در این ریزشبکه ژنراتورهای دیزلی پشتیبان اضطراری و منابع انرژی توزیع شده، با هم ادغام شده است. این انرژی از منابع مختلفی برداشت می‌شود و امکان تامین منبع ثابتی از انرژی مورد نیاز را حتی در زمانی که بخشی از انرژی تجدیدپذیر در دسترس نیست، تضمین می‌کند.

به علاوه، بهره‌گیری از سامانه‌های قدرتمند ذخیره انرژی و الگوریتم‌های پیشرفته کنترل آن، برای پیش‌بینی و تامین نوسانات شبکه ضروری است. از سال ۲۰۱۸، ریزشبکه‌های دانشگاه سن‌دیگو، توانسته‌اند ۸۵٪ از برق موردنیاز خود را تامین کنند و تاکنون همچنان در حال رشد و گسترش هستند.

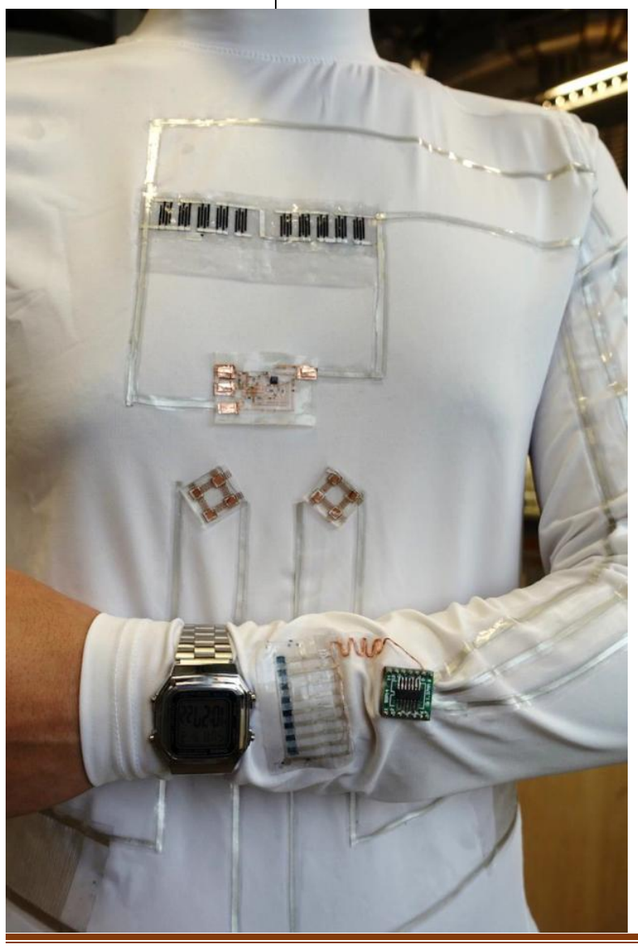
با وجود توسعه سریع دستگاه‌های مختلف برداشت و ذخیره‌سازی انرژی، ادغام هوشمندانه آنها با سامانه‌های پوشیدنی مستقل و پایدار، به صورت مقتضی مورد بررسی قرار نگرفته است.

به گفته دکتر Yin یکی از محققان موفق این دانشگاه، نیاز به تامین انرژی با استفاده از یک ریزشبکه برای بهره‌گیری در افزاره‌های پوشیدنی به وضوح احساس می‌شود. افزاره‌های الکترونیکی قابل پوشیدن و دستگاه‌های سنجش مانند نمایشگرهای انعطاف‌پذیر، صفحه‌های لمسی، آنتن‌ها و حسگرهایی که ECG، فشار خون، دما، زیست‌نشانگرها، غلظت الکترولیت‌ها و حرکات بدن را تشخیص می دهند، به طور گسترده‌ای به یک منبع تلفیقی تامین انرژی نیاز دارند. این در حالیست که تا پیش از این، فراهم کردن منبع انرژی مناسب برای عملکرد نامحدود، پایدار و قابل اطمینان این افزاره‌ها بر روی بدن یک چالش بوده است.

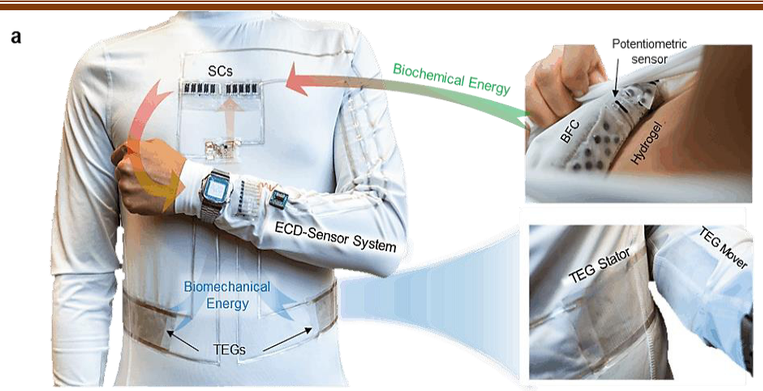
باتری‌های لیتیوم یونی سنتی، بزرگ و خطرناک هستند. در حالی که باتری‌های فاکتور شکلی جدید، با وجود برخورداری از قابلیت‌هایی همچون انعطاف‌پذیری و ارتجاعی، عملکرد ضعیفی از خود نشان داده‌اند. از این رو، باید این افزاره‌های پوشیدنی را در پایان روز شارژ کرد که به این ترتیب کاربری آنها با محدودیت مواجه خواهد شد. اگرچه تاکنون تلاش‌های متعددی برای توسعه دروگرهای انرژی به کار رفته در منسوجات (نظیر رشته، نخ، پارچه و ...) صورت گرفته است، ادغام آنها با سامانه‌های پوشیدنی همچنان در ابتدای راه است. زیرا هنوز غیرقابل اطمینان بوده و کارایی آنها با محدودیت مواجه است.

در چند سال اخیر، امکان برداشت انرژی از حرکات بدن، نور خورشید، گرما یا واکنش‌های شیمیایی روی بدن به صورت گسترده مورد بررسی قرار گرفته است و مفهوم یک ریزشبکه مستقل می‌تواند الهام‌بخش باشد. یک ریزشبکه، شبکه‌ای است که منابع انرژی توزیع شده را برای تامین بارهای برقی با هم ترکیب کرده و انرژی تولید شده را ذخیره می‌کند. این شبکه‌ها با سامانه‌های کنترلی سلسله مراتبی پیشرفته پیش‌بینی‌کننده مدیریت می‌شوند. در این بین، تیمی متشکل از مهندسان دانشگاه سن دیگو، "ریزشبکه‌های پوشیدنی" نوینی را توسعه داده‌اند که برای تامین برق مورد نیاز سامانه‌های الکترونیک کوچک، انرژی را از بدن انسان گرفته و ذخیره می‌کند.

تیم وانگ برای اولین بار در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۳ منتشر شد، پوشیدنی‌های برداشت‌کننده انرژی از عرق بدن انسان را معرفی کردند. بعدها در ادامه تحقیق بر روی حسگرهای پوشیدنی، او به همراه همکارانش در دانشگاه سن دیگو، این فناوری را با قابلیت کشسانی به روزرسانی کرد، به گونه‌ای که می‌توانست با قدرت انرژی کافی برای عملکرد افزاره‌های الکترونیکی کوچک را تامین کند. Yin می‌گوید: در این کار، ما رویکردهایی را در پیش گرفتیم که ریزشبکه‌های پوشیدنی نسل جدید بر این اساس عمل می‌کنند: ویژگی‌های مولفه مکمل، رتبه‌بندی‌های انرژی متناسب و فاکتور شکل سازگار. در این کار، ویژگی‌های تکمیلی ژنراتورهای تریبوالکتریک (TEG) و زیست‌سوخت‌های فسیلی (BFC)، امکان برداشت سینرژیک انرژی زیستی ناشی از ورزش را فراهم می‌کند. سپس این انرژی در ابرخازنی با ظرفیتی متناسب با توان کاربردی، ذخیره شده و از آن بهره‌گیری می‌شود. علاوه بر این، همه چیز به صورت قابل چاپ، انعطاف‌پذیر و قابل شستشو بر روی پارچه ساخته شده است و این امکان را می‌دهد که به صورت یکپارچه و بدون درز با پیراهن ادغام شوند.



دروازه‌های علم
فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته
ماهنامه فناوری فوتونیک و مواد پیشرفته
شماره ششم فروردین ۱۴۰۰



به گفته وی: این کار، نمونه‌ای از اجرای این مفهوم طراحی است که هنوز هم با محدودیت‌های متعددی مواجه است و به هیچ وجه شامل تمام قابلیت‌های یک سامانه ریزشبکه‌ای کامل نیست. با این حال، ما معتقدیم که کار آتی ما در زمینه تولید سامانه خودتغذیه‌شونده، به وفور از مزایای بهره‌گیری از این طراحی مفهومی برای ساخت سامانه‌هایی عملگر، کارامد، پایدار و مهمتر از همه، قابل اطمینان سود خواهد برد.

پیراهن هوشمند ارائه شده توسط این گروه تحقیقاتی، شامل سه بخش اصلی است:

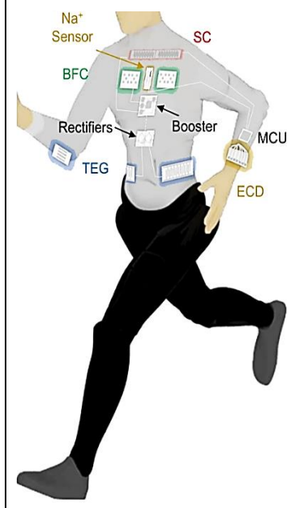
- سلول‌های زیست‌سوختی تامین‌شونده با عرق بدن
- دستگاه‌های مبتنی بر حرکت موسوم به ژنراتورهای تریبوالکتریک (Triboelectric)
- ابرخازن‌های ذخیره‌کننده انرژی

که در این پیراهن‌های هوشمند تعبیه شده‌اند.

پروفسور جوزف وانگ و لو یین دانشجوی مقطع دکترای دانشگاه سن دیگو، ترکیبی از اجزای انعطاف‌پذیر الکترونیکی را بر روی یک تیشرت به گونه‌ای چاپ و تعبیه کرده‌اند که انرژی به صورت بهینه تولید شود. به عنوان مثال، سلول‌های زیست‌سوختی که انرژی را از عرق برداشت می‌کنند، در قسمت سینه و داخل پیراهن قرار داده شده‌اند.

ژنراتورهای تریبوالکتریک که انرژی حرکتی را به برق تبدیل می‌کنند، در قسمت ساعد و دو طرف بدنه لباس در نزدیکی کمر متصل شده‌اند. این ژنراتور، شامل یک قطعه باردار شده منفی در داخل ساعد و یک قطعه باردار مثبت در کناره‌های بدنه است.

نحوه عملکرد ژنراتورهای تریبوالکتریک به کار رفته بر روی این ریزشبکه پوشیدنی، بدین صورت است که هنگام راه رفتن یا دویدن، ساعد شما بر خلاف بدنه لباس حرکت می‌کند و این قطعات روی هم سابیده می‌شود که همین امر باعث تولید برق شده و برق تولید شده در خازن‌ها



طرحواره‌ای از ریزشبکه انرژی مذکور، متشکل از ماژول‌های TEG، BFC، SC و برنامه‌های کاربردی پوشیدنی

ذخیره می‌شود. برداشت انرژی از حرکت و عرق، ریزشبکه پوشیدنی را قادر خواهد ساخت که به سرعت و به طور مداوم انرژی مورد نیاز افزاره‌ها را فراهم کند. ژنراتورهای تریبوالکتریک به محض اینکه کاربر شروع به حرکت کند، حتی قبل از عرق‌ریزی کار تولید انرژی را آغاز می‌کنند. هنگامی که کاربر شروع به عرق‌ریزی می‌کند، سلول‌های زیست‌سوختی وارد عمل شده و به نوبه خود مشغول تولید انرژی می‌شوند. در این حالت، حتی پس از اینکه شخص فعالیتش را متوقف می‌کند، این سلول‌ها همچنان به کار خود ادامه می‌دهند. در شکل بالای صفحه قبل، روند تولید و ذخیره انرژی توسط این ریزشبکه قابل مشاهده است.

به گفته Yin، وقتی که این دو فناوری را با هم مورد استفاده قرار می‌دهید، به آنها این امکان را می‌دهید که کاستی‌های یکدیگر را جبران کنند. این دو فناوری مکمل هم بوده و با هم‌افزایی می‌توانند به سرعت و به صورت مداوم ریزشبکه را راه اندازی و فعال کنند.

کل سامانه دو برابر سریعتر از وقتی که تنها از سلول‌های زیست‌سوختی بهره‌گیری می‌شود، عمل می‌کند. ضمن آن که عملکرد کل سامانه، سه برابر طولانی‌تر از زمانی است که تنها از ژنراتورهای تریبوالکتریک استفاده می‌شود.

هر یک از این برداشت‌کننده‌های انرژی پوشیدنی نوع متمایزی از انرژی را تولید می‌کنند. سلول‌های زیست‌سوختی ولتاژی پایین و پیوسته تولید می‌کنند، در حالی که ژنراتورهای تریبوالکتریک پالس‌هایی با ولتاژ بالا را ارائه می‌دهند. برای این که سامانه بتواند برق افزاره‌های مدنظر را تامین کند، لازم است که این ولتاژها با هم ترکیب شده و بر روی یک ولتاژ ثابت تنظیم شوند.

این مرحله، همان جایی است که ابرخازن‌ها هم وارد عمل شده و به عنوان یک مخزن عمل می‌کنند. به طوری که به صورت موقت انرژی هر دو منبع ولتاژ را ذخیره کرده و در موقع نیاز آن را تخلیه می‌کنند. این ریزشبکه‌های پوشیدنی طی جلسات ۳۰ دقیقه‌ای مورد آزمایش قرار گرفت که شامل ۱۰ دقیقه تمرین بر روی یک دستگاه چرخدار یا دویدن و به دنبال آن ۲۰ دقیقه استراحت بود. این سامانه توانست انرژی مورد نیاز برای عملکرد یک ساعت‌مچی LCD یا یک نمایشگر الکتروکرومیک کوچک (که در پاسخ به ولتاژ اعمال شده تغییر رنگ می‌دهد) را به مدت ۳۰ دقیقه، تامین کند.

سلول‌های زیست‌سوختی به کار رفته در این ریزشبکه‌ها، به آنزیم‌هایی مجهز شده‌اند که باعث تغییر مبادلات الکترون بین مولکول‌های لاکتات و اکسیژن موجود در عرق انسان شده و از این طریق برق تولید می‌کنند.

نسخه فعلی این سامانه می‌تواند برای ورزشکاران و افرادی که فعالیت‌های تمرینی دارند، مفید واقع شود. اما این تنها نمونه‌ای از کاربردهای ریزشبکه‌های پوشیدنی است.

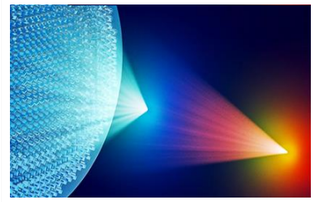
بنا بر ادعای Yin، "ما کار خودمان را به چنین طرحی محدود نخواهیم کرد. ما می‌توانیم با انتخاب گونه‌های متعددی از دروگرهای انرژی، سامانه‌های خود را برای سناریوهای مختلف تنظیم کنیم."

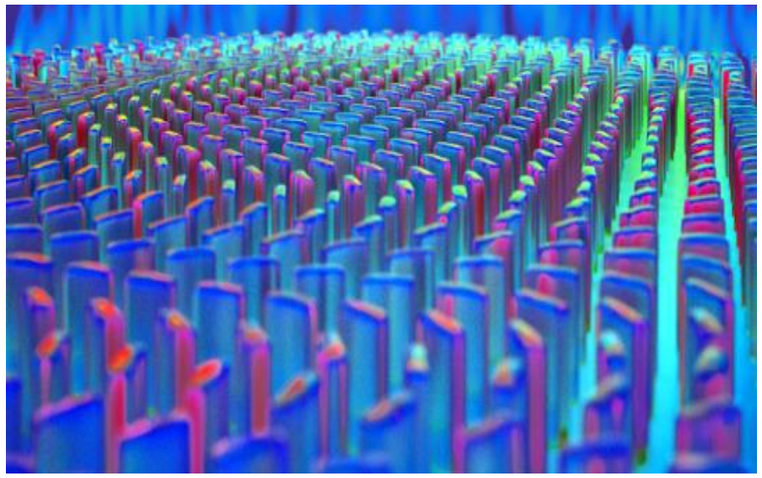
این محققان هم‌اکنون در حال کار بر روی طرح‌های دیگری هستند که بتوانند انرژی را حتی در حالتی هم که کاربر در دفترش نشسته یا به آرامی در فضای باز حرکت می‌کند، برداشت کنند. شکل زیر سلول‌های زیست‌سوختی به کار رفته در این فناوری را به تصویر کشیده است.

علاقه‌مندان به این حوزه‌ی تحقیقاتی می‌توانند اطلاعات تکمیلی مورد نیاز خود را از مرجع زیر دریافت نمایند.

L., Kim, K.N., Lv, J. *et al.* A self-sustainable wearable multi-modular E-textile bioenergy microgrid system. *Nat Commun*, **12,** 1542 (2021).
DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-021-21701-7

دستیابی فراپتیک به متمرکزکننده آکروماتیک RGB قابل استفاده در افزاره‌های واقعیت جازی





با وجود تمام پیشرفت‌هایی که طی دهه‌های گذشته در فناوری‌های مصرفی صورت گرفته است، فناوری مربوط به عدسی‌های نوری رکود ناامیدکننده‌ای را تجربه کرده است.

بر خلاف افزاره‌های الکترونیکی که طی سالیان متمادی به تدریج کوچک‌تر و کارآمدتر شده‌اند، حدود ۳۰۰۰ سال است که طراحی و بنیان فیزیکی عدسی‌های نوری تغییر چندانی نکرده است.

این چالش، توسعه نسل جدید سامانه‌های نوری را در تنگنای جدی قرار داده است. به عنوان مثال نمایشگرهای پوشیدنی مورد استفاده در فناوری‌های واقعیت مجازی که مستلزم بهره‌گیری از قطعاتی فشرده، سبک و مقرون به صرفه است، را با چالش مواجه کرده است.

واقعیت‌های مجازی و افزوده، از جمله فناوری‌هایی هستند که به سرعت در حال رشد و توسعه‌اند. اما توسعه آنها در مقیاس‌های بزرگ مستلزم بهره‌گیری از اجزای نوری سبک وزن با ابیراهی‌های ناچیز است. در مقاله پیش رو، ما به بررسی آخرین دستاورد دانشمندان در تولید فراعدسی‌هایی (Metalens) با ضخامت نازک در حدود کسری از میکرون، قطری در ابعاد میلی‌متر و روزنه عددی بالا می‌پردازیم. با استفاده از این عدسی‌ها، ضمن بهره‌گیری از تداخل سازنده نور چند ناحیه و مهندسی پاشندگی نور، امکان دستیابی به قدرت تمرکز آکروماتیک محدود به پراکندگی رنگ‌های اولیه فراهم می‌شود. در دانشکده مهندسی و علوم کاربردی دانشگاه هاروارد جان پائولسون، تیمی از محققان به سرپرستی دکتر کاپاسو، اقدام به توسعه نسل جدیدی از عدسی‌های نوری کرده‌اند.

این تیم تحقیقاتی موفق شد، عدسی‌های انحنای بزرگ را با یک سطح صاف و ساده متشکل از نانوساختارها، جایگزین کرده و به کمک آن نور را متمرکز کنند. به این ترتیب، این دستاورد می‌تواند گامی مهم برای حل چالش‌های پیش رودر توسعه فناوری‌های نوین نسل بعدی باشد.

همانطور که می‌دانید، کانونی کردن نور به کمک عدسی‌های انکساری بر مجموع فاز انتشار مبتنی است. از این رو، ضخامت عدسی نیز با قطر آن افزایش می‌یابد.

بعلاوه برای اصلاح ابیراهی‌های رنگی، استفاده از مجموعه‌هایی متشکل از چندین عدسی ضروری است. هر چند که تاکنون تلاش‌های متعددی برای تغییر شکل و فشرده‌سازی عدسی‌های فرنسل صورت گرفته، با این حال همچنان به خاطر ابیراهی زیاد و محدودیت‌های گوناگون، کیفیت تصویر این عدسی‌ها بسیار ضعیف است.

برای رفع چالش‌های پیش روی اپتیک سنتی و بررسی پتانسیل قابل توجه فراعدسی‌ها در کاربردهای عملی، مطالعات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده است. برخلاف عدسی‌های سنتی، فراعدسی‌ها بسیار نازک و سبک هستند و می‌توانند به گونه‌ای طراحی شوند که ابیراهی‌های رنگی و تک رنگ را اصلاح کنند، بدون آن که نیاز باشد پیچیدگی‌های اپتیک انکساری را با تنظیم حالت قطبش، دامنه و فاز نور عبوری کنترل کنند. در این فراعدسی‌ها، دستیابی به روزنه‌ی عددی بالا به آسانی امکان‌پذیر است.

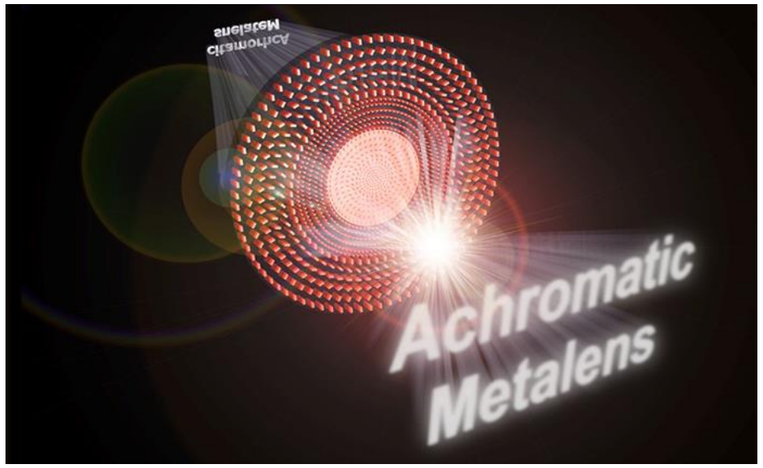
در سال ۲۰۱۸، تیم کاپاسو موفق به عرضه فراعدسی‌های آکروماتیک و بدون ابیراهی شدند که در تمام گستره نور مرئی عمل می‌کرد. اما قطر این عدسی‌ها در حد چند ده میکرون بود که برای استفاده عملی در سامانه‌های واقعیت افزوده و مجازی بسیار کوچک بود!

آکروماتیک عدسی‌ها، همانند عدسی‌های شئی دوربین، به واسطه طبیعت مرکب‌شان، فاکتور شکل بزرگی دارند که تولید نسل بعدی سامانه‌های نوری مانند نمایشگرهای پوشیدنی را از نظر قیمت، کیفیت تصویربرداری، پیچیدگی و رد پا، با مشکل مواجه کرده است.

امروزه فراسطوح (Metasurfaces) بعنوان بستری مطلوب برای کاربرد در فناوری‌های نوری مسطح وارد عرصه شده‌اند. این سطوح آرایه‌ای از نانوساختارهایی است که در ابعاد ریزموج کنار هم قرار گرفته‌اند و می‌توانند جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را به شکل مطلوب در آورند و در ساخت عدسی‌های آکروماتیک مورد استفاده قرار گیرند.

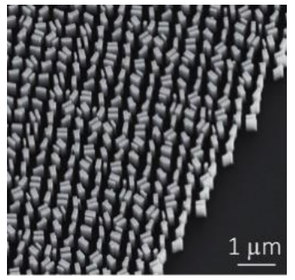
در مقاله‌ای که به تازگی در نشریه scienceAdvances منتشر شده است، این تیم تحقیقاتی ادعا کرده‌اند که موفق به ساخت فراعدسی‌های آکروماتیک دو میلی‌متری با استفاده از نانوساختارهای دی اکسید تیتانیوم شده‌اند که می‌توانند بدون انحراف رنگ‌های قرمز، سبز و آبی (RGB) را متمرکز کند.

به این ترتیب، در قدم بعدی آنها می‌توانند نمایشگر کوچکی را برای کاربردهای واقعیت افزوده و مجازی تولید کنند. در ادامه به صورت مختصر مزایا و کاربرد عملی این فراعدسی‌ها را بررسی خواهیم کرد.



نمونه‌ای از تصویر AR که با استفاده از نمایشگر اسکن فیبری نزدیک به چشم رنگیکه تصویر مجازی رنگی حروف RGB را بر روی یک صحنه واقعی نشان می‌دهد.

این فراعدسی‌ها از نانوساختارهای دی اکسید تیتانیم موسوم به (TiO_2 Nanofins) با هندسه‌ها و زوایای چرخش متفاوت تشکیل شده‌اند. به طوری که می‌توانند فاز و پراکندگی را به صورت مستقل کنترل کنند. در شکل زیر تصویر میکروسکوپ الکترونی این نانوساختارها را مشاهده می‌کنید.

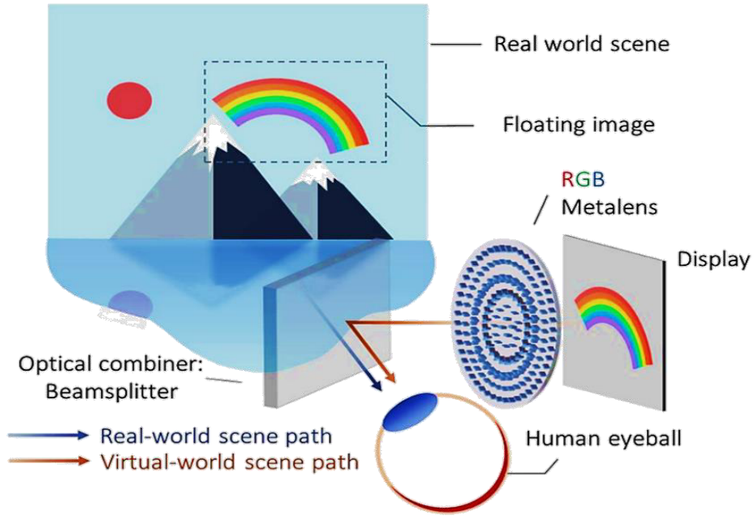


این محققان برای اثبات قابلیت این دستاورد، عدسی‌های مذکور را در یک سامانه واقعیت مجازی مبتنی بر نمایشگر نزدیک به چشم دارای اسکن فیبری به کار گرفته و عملکرد آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. طرحواره بالا، نحوه تشکیل تصویر در حالت واقعیت افزوده یا AR را نشان می‌دهد.

استفاده از فراعدسی‌های آکروماتیک در افزاره‌های AR امکان تلفیق صحنه‌های دنیای حقیقی را با اشیای مجازی (به کمک یک ترکیب‌کننده اپتیکی)، فراهم می‌کند.

به گفته کاپاسو: "این عدسی پیشرفته، راه را برای نوع جدیدی از بستر واقعیت مجازی باز کرده و بر گلوگاه‌های موجود که سرعت پیشرفت افزاره‌های نوری جدید را کاهش داده، غلبه می‌کند."

دکتر Li محقق پسادکترا و نویسنده اول مقاله در این باره می‌گوید: "ما با استفاده از فیزیک مدرن و بهره‌گیری از یک اصل جدید طراحی، یک عدسی تخت را با عدسی‌های حجیم به کار رفته در افزاره‌های نوری امروزی جایگزین



کردیم. این بزرگ‌ترین فراعدسی آکروماتیک (RGB) است که تا امروز ساخته شده است و اثباتی بر این مفهوم است که این عدسی‌ها را می‌توان تا حتی مقیاس سانتی‌متری به تولید انبوه رساند و در بسترهای نوین فناوری به صورت تجاری ادغام کرد."

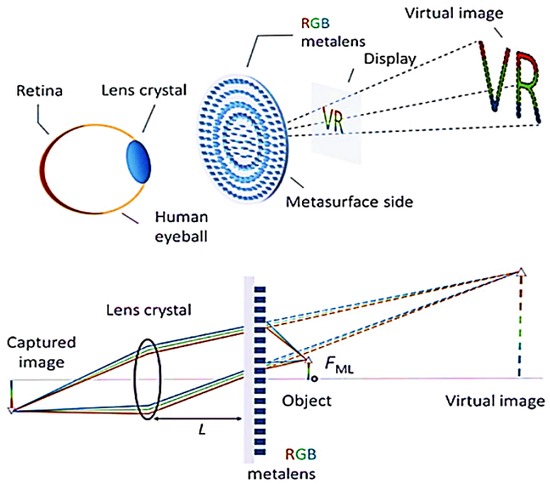
مشابه فراعدسی‌های پیشین، در ساخت این نوع عدسی‌ها هم از آرایه‌هایی متشکل از نانوساختارهای دی اکسید تیتانیوم بهره گرفته شده تا به صورت یکسان همه طول موج‌های نوری را متمرکز و ابیراهی رنگی را حذف کند. این محققان با مهندسی طرح و شکل این نانوآرایه‌ها، توانستند فاصله کانونی رنگ‌های سبز، قرمز و آبی نور را کنترل کنند.

برای ترکیب این عدسی‌ها در سامانه‌های واقعیت مجازی (VR)، تیم تحقیقاتی با استفاده از روشی موسوم به اسکن فیبر، نمایشگری نزدیک به چشم را توسعه داده است.

در این نمایشگر از رویکرد مورد استفاده در تصویربرداری زیستی آندوسکوپی مبتنی بر اسکن فیبری، الهام گرفته شده است که در آن از یک

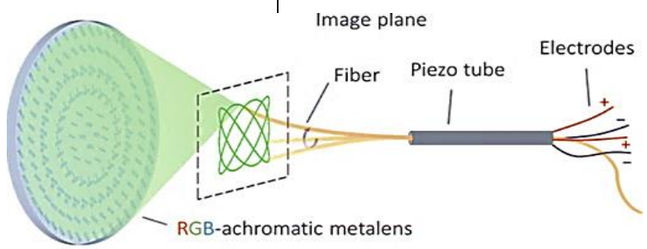
فیبر نوری در میان لوله‌ای پیزوالکتریکی استفاده می‌شود. همزمان با اعمال ولتاژ به لوله، نوک فیبر از چپ به راست و بالا به پایین را روبش کرده و الگوهای ثبت شده را نمایش می‌دهد. به این ترتیب نمایشگر کوچکی را تشکیل می‌دهد که از قدرت تفکیک، روشنایی و دامنه پویای بالایی برخوردار است و گستره رنگی وسیعی را پوشش می‌دهد. شکل روبرو طرحواره‌ی این نمایشگر را به تصویر کشیده است.

در بستری از VR یا AR، فراعدسی به صورت مستقیم در مقابل چشم قرار می‌گیرد و نمایشگر در صفحه کانونی فراعدسی‌ها تعبیه می‌شود. الگوهای ثبت شده توسط نمایشگر به کمک این فراعدسی‌ها بر روی شبکیه (جایی که تصویر مجازی شکل می‌گیرد) متمرکز می‌شوند. لازم به ذکر است که عمق میدان (FOV) بر اساس روزنه عددی عدسی چشمی تعیین می‌شود. فاکتور شکل با در نظر گرفتن اندازه عدسی چشمی، نمایشگر و نیز فاصله بین آنها تعیین می‌شود. شکل زیر طرحواره‌ای از چیدمان اجزای یک بستر VR را نشان می‌دهد. قسمت بالایی این شکل حالت VR را نمایش داده و شکل پایینی نحوه عملکرد آن را از مقطع عرضی به تصویر کشیده است.



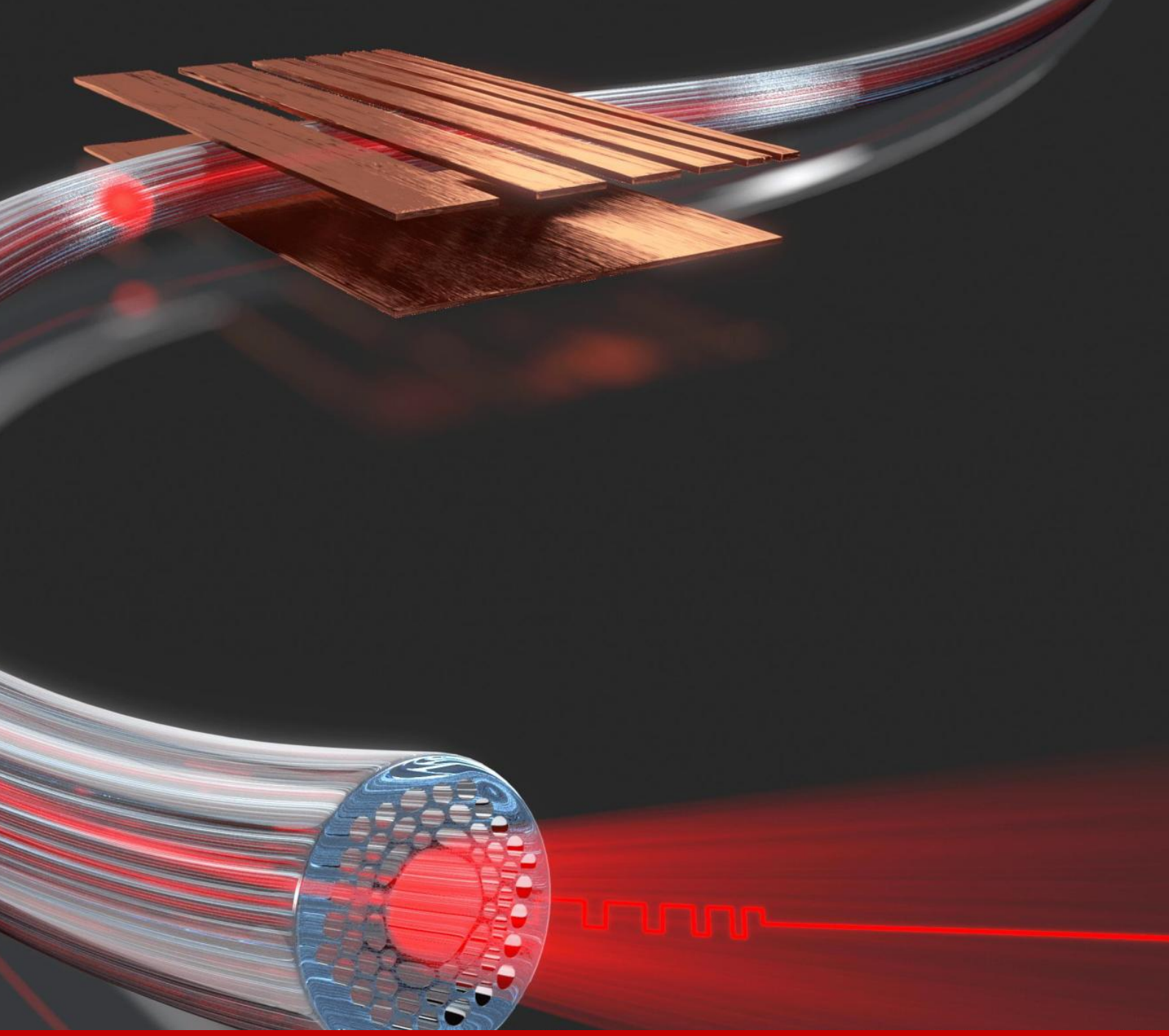
F_{ML} فاصله کانونی فراعدسی و L حدود ۷ سانتی‌متر، فاصله راحتی چشم است.

به این ترتیب، در یک سامانه VR مطلوب، باید از یک عدسی چشمی با عدد روزنه‌ای بالا و یک نمایشگر کوچک بهره گرفت. این در حالی است که بیشتر دستگاه‌های VR عرضه شده در بازار به خاطر استفاده از عدسی‌های سنگین و حجیم، نه تنها از ابیراهی‌های رنگی، بلکه از قدرت کانونی‌سازی با روزنه عددی پایین هم رنج می‌برند که با عرضه فراعدسی‌ها، این مشکلات تا حدی مرتفع خواهد شد. با اینهمه در پایان مقاله، نویسنده اذعان می‌کند که برای دستیابی به افزاره‌هایی کارامد، سه چالش مهم پیش روی دانشمندان است که باید به نحو مقتضی آنها را پشت سر بگذارند.



علاقه‌مندان می‌توانند برای مطالعه جزئیات پژوهش صورت گرفته به مرجع زیر مراجعه کنند.

Zhaoyi Li, Peng Lin and et al., **Meta-optics achieves RGB-achromatic focusing for virtual reality**, Sci Adv, 7 (5), eabe4458, (2021)
DOI: 10.1126/sciadv.abe4458



information-age.com/future-tech-healthcare-123465612/