

به نام خدا

ENose

نویسندگان :

احسان شایسته نژاد

e.shaiestenezhad@gmail.com

قاسم حیدری

Ghasem.heidari@gmail.com

کلمات کلیدی

ENose، پلیمر، سیستم بویایی انسان

چکیده

بشر همواره جهت حفظ سلامت خود و افزایش راندمان، سعی در ساخت سیستم های هوشمندی کرده است تا در موارد خاص به کمکش آیند. بینی الکترونیکی (ENose) یکی از این سیستم هاست که جرقه آن پس از احساس نیاز انسان به چنین سیستمی زده شد. بدون شک سیستم های سنسوری موجود در بدن انسان، بی نقص ترین و کاملترین سیستم های سنسوری می باشند. به همین خاطر بشر جهت ساخت سیستم های سنسوری سعی در الگو برداری از این نمونه کامل دارد. در این مقاله ابتدا شرح مختصری از سیستم بویایی انسان را ارائه می دهیم و پس از آن ویژگی های خاص پلیمرهای مورد استفاده در سنسورهای ENose را بررسی می کنیم. پس از بررسی عملکرد کلی ENose، فن آوری های به کار رفته در آن و نسل های مختلف آن تاکنون، در مورد کاربرد های این تکنولوژی در موارد گوناگون صحبت خواهیم کرد.



1-مقدمه

ENose دستگاهی است متشکل از آرایه ای از سنسورها و سیستم تشخیص الگو جهت شناسایی بو. [3] ENose مثالی از تحقیقات رو به رشدی است که Biomimetics خوانده می شود. اینگونه تحقیقات از الگوی طبیعی جهت ساخت مدل‌های بشری استفاده می کنند.

2-سیستم بویایی انسان System Olfactory

بویایی غالباً اولین پاسخ ما به تحریکات محیطی است. حس بویایی نیز از اصلی ترین حواس ما به شمار می آید و به عنوان طایفه دار تحقیقات عصب شناسی محسوب می شود. سیستم بویایی یکی از پیچیده ترین سیستم های سنسوری بدن انسان می باشد و به همین دلیل است که توسعه سیستم های بویایی مصنوعی در مقایسه با دیگر شبیه سازهای سیستمهای سنسوری بدن به کندی صورت گرفته است. دانشمندان هنوز هم در پی کشف این واقعیت هستند که چگونه انسان با دقت تمام بوها را دریافت کرده، آنها را پردازش می کند و به عنوان بویی خاص تشخیص می دهد. بوییدن نیز همانند چشیدن، فعالیتی شیمیایی است که توسط سلول های سنسوری به نام دریافت کننده های شیمیایی (Chemoreceptors) صورت می گیرد. هنگامی که ماده ای معطر این سلول های شیمیایی را در داخل بینی تحریک می کند، پالس الکتریکی به خصوصی به مغز فرستاده می شود و سپس مغز طی یک فعالیت الکتریکی به تشخیص بوی مورد نظر از بین الگوهای مختلف می پردازد. در واقع ساختار سیستم بویایی به سه سطح تقسیم می شود:

سطح (1): بخشی که از سنسور بویایی و عصب بویایی تشکیل شده است و بیشترین حساسیت را به بو دارد.

سطح (2): نورون های بویایی که وظیفه این بخش پردازش اولیه بر روی سیگنال های بویایی از طریق تنظیم و تقویت می باشد.

سطح (3): مرکز پردازش اطلاعات (مخ) می باشد که وظیفه پردازش دقیق اطلاعات و قضاوت را بر عهده دارد.[1]

3-پلیمرها [7]

پلیمرها ماکرومولکول هایی هستند که از مولکول های ساده تری به نام مونومر تشکیل شده اند. پلیمرهای مهمی که در طبیعت وجود ندارند به صورت مصنوعی ساخته شده اند. اغلب این ترکیبات ساختارهایی زنجیری دارند. خصوصیات شیمیایی پلیمرهای رسانا، آنها را برای استفاده در سنسورها بسیار مناسب ساخته است. در این کاربردها از توانایی پلیمرها در تغییر خصوصیات الکتریکی شان حین واکنش با عوامل اکسایش_کاهش بهره می گیریم. سنسورهای گاز مثالی از این کاربردهاست. به عنوان نمونه مشاهده شده است، مقاومت پلی پرول در حضور گازهای کاهشی همچون آمونیاک، افزایش و در حضور گازهای اکسایشی نظیر دی اکسید نیتروژن کاهش می یابد. پلیمرهای رسانا می توانند مستقیماً برای تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی به کار روند. این عمل با تغییر در اندازه پلیمر حاصل می شود. بزرگی این تغییرات می تواند به ده درصد برسد. در ENose ها از پلیمرهای خاصی در بخش سنسوری استفاده می شود.

4- عملکرد سیستم ENose

سیستم بویایی انسان شامل میلیون ها سلول گیرنده می باشد. بر اساس تخمین این سلول ها از 350 نوع مختلف تشکیل شده اند که هر نمونه به مولکول های وارد شده به بینی پاسخ متفاوتی می دهند. مغز با مقایسه الگوی این پاسخ ها با الگوهای ذخیره شده در حافظه اش، بوی خاصی را تشخیص می دهد.

به جای سلول های گیرنده بینی انسان، ENose از آرایه ای شامل 28 پلیمر از 16 نوع مختلف استفاده می کند. هر پلیمر دسته ای از ترکیبات شیمیایی را جذب می کند. که البته مقدار آن متفاوت است. پلیمر بسته به نوع و مقدار ترکیبی که جذب کرده است، منبسط یا منقبض می شود. انبساط باعث جدا شدن ذرات کربن (جزء اصلی پلیمر) از یکدیگر می شود و این توانایی پلیمر در هدایت الکتریسیته را کاهش می دهد یا به تعبیری دیگر مقاومتش را افزایش می دهد. انقباض باعث می شود ذرات کربن به یکدیگر نزدیک شده و عبور جریان الکتریسیته از پلیمر افزایش یابد (مقاومتش کاهش یابد).

یک برنامه کامپیوتری الگوی مقاومتی تغییر یافته را در طول آرایه می خواند و آن را با الگوی ذخیره شده در حافظه که در آزمایشگاه به دست آمده است مقایسه می کند.

تیم JPL's ENose در مؤسسه تکنولوژی کالیفرنیا وابسته به ناسا از گروه های مطرحی است که بر روی ENose کار می کند. آنها پوشش های حساس را که اغلب پلیمر هستند از میان هزاران نمونه مختلف که در بازار موجود است انتخاب می کنند. در گام های اولیه پروژه محققین از روش سعی و خطا برای انتخاب بهترین ماده استفاده می کردند. بعدها آنها مدل هایی کامپیوتری (بر پایه

قوانین فیزیکی و شیمیایی) به وجود آوردند تا پاسخ بین یک ماده و پلیمر خاص را محاسبه نمایند. با این روش پیشرفت بسیار زیادی در پروژه از لحاظ صرفه جویی در زمان حاصل آمد. 16 نوع پوشش بیش از 60 هزار ترکیب ممکن را شناسایی می کنند.

جهت توسعه توانایی تشخیص هر ماده شیمیایی، ENose باید به نوعی آموزش داده شود. ENose

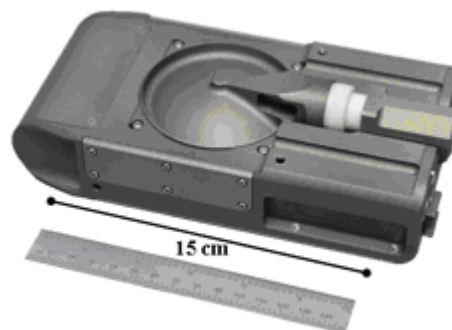
به صورت مکرر در معرض غلظت های متفاوت ترکیبات شناخته شده با ترتیب متفاوت قرار می گیرد و الگوی مقاومتی حاصله که در طول آرایه تغییر می کند به یک الگوریتم کامپیوتری تبدیل می شود.

5- نسل های ENose

نسل اول ENose ها در سال 1998 به فضا رفت. در آن موقع از یک کامپیوتر جهت کنترل و جمع آوری اطلاعات استفاده می شد. اطلاعات پس از جمع آوری و برگشت به زمین آنالیز می شدند. نسل دوم ENose از یک کامپیوتر یا لپ تاپ استفاده می کرد. البته جهت کنترل و جمع آوری اطلاعات می توانست از یک PDA (Personal Digital Assistant) استفاده کند تا اطلاعات بعداً آنالیز شوند.

نسل دوم اصلاح شده ENose که خود یک Interface دارد، نسل سوم نام گرفته است. شکل (1) تصویری از نسل سوم ENose ساخت شرکت JPL است. حجم تقریبی این دستگاه 820 سانتی متر مکعب و وزن تقریبی آن 840 گرم است. با اتصال یک PDA، لپ تاپ یا بخش Interface، اطلاعات می توانند همزمان با ثبت، آنالیز نیز شوند.

شکل (2) تصویری از نسل سوم ENose همراه با Interface است.



شکل (1)



شکل (2)

گروه تحقیقاتی ناسا بر روی نمونه ای از ENose کار می کند که به گفته رئیس این گروه همه چیز در یک بسته است: پوشش های پلیمری، یک پمپ برای کشیدن هوا (و هر چیزی که در آن است) به داخل وسیله، کامپیوتری برای تحلیل داده ها و منبع انرژی.

ENose قادر است به فضانوردان ایستگاه فضایی وجود ذرات آلاینده در هوا یا نشی یک ماده را هشدار دهد. اگر نشی یک ماده سمی اتفاق افتاده باشد، فضانوردان را مجبور خواهد کرد تا از وسایل تنفسی استفاده کنند. ENose به آنها اطلاع می دهد که سیستم فیلتر چه وقت هوا را به شرایط عادی برای تنفس برگردانده است.

پیش بینی می شود در آینده رشد کمی ENose ها را شاهد خواهیم بود. آنها به یک کامپیوتر مرکزی متصل می شوند و هر تغییری در هوا منجر به یک سری اعمال خواهد شد. کامپیوتر سعی می کند تشخیص دهد که دقیقاً چه چیزی در حال وقوع است و بسته به این جواب عمل مطلوب را انتخاب می کند. از اعلام خطر گرفته تا روشن کردن فن ها برای تغییر جهت هوا و یا روشن کردن فیلترها.

از ENose در صنعت نفت می توان برای بررسی نشی گاز استفاده کرد. [2] علاوه بر این رشد کاربرد ENose در پزشکی نیز چشمگیر است که می توان به موارد زیر اشاره نمود: تشخیص بیماری های تنفسی نظیر ذات الریه، تشخیص آسم، شناسایی سرطان ریه، تشخیص زخم معده و تشخیص یا شناسایی عفونت های ریوی.

غالباً این کاربردها به وسیله آزمایش تنفس انجام می شود. به عنوان مثال به وسیله مقایسه پرینت بو از تنفس یک فرد بیمار با الگوهای استاندارد ذخیره

6- کاربردهای از ENose

در داخل ایستگاه های فضایی، فضانوردان توسط گاز آمونیاک احاطه می شوند. این گاز از میان لوله ها عبور کرده و گرمای تولید شده توسط فضانوردان و قطعات الکترونیکی داخل دستگاه را با خود به بیرون حمل می کند. اما در عین حال آمونیاک گازی سمی است. این گاز در غلظت چند ppm خطرناک می شود. اما بشر تا زمانی که غلظت آن به 50 ppm نرسد، نمی تواند آن را حس کند. در نتیجه فضانوردان به بینی های بهتری برای حفاظت از خود احتیاج دارند. به همین خاطر ناسا در حال کار بر روی بینی الکترونیکی می باشد. هم اکنون

شده از قبل می توان بیماری ای نظیر ذات الریه را تشخیص داد.[6]

ENose علاوه بر این در صنایع غذایی نیز بسیار کاربرد دارد که از آن جمله می توان به استفاده از آن در کنترل تولید و کیفیت مواد غذایی اشاره کرد.

7-مسیر پیش روی ENose

گروهی از محققان انگلیسی مشغول کار بر روی پروژه ای بلند پروازانه هستند که منجر به ساخت کوچکترین بینی الکترونیکی دنیا خواهد شد. هدف، ترکیب سنسورهای بویایی با یکدیگر و با قطعات پردازش سیگنال بر روی یک چیپ واحد سیلیکونی است که اندازه آن حدود یک سانتی متر مربع است. این پروژه توسط محققین دانشگاه های لستر، وارویک و ادینبورگ با پشتیبانی مرکز تحقیقات علوم فیزیکی و مهندسی در حال انجام است. [8] طبق برنامه، ENose (نسل سوم) قرار است آزمایشی را بر روی ایستگاه فضایی بین المللی در تابستان یا اوایل پاییز 1387 (نیمه دوم 2008 میلادی) انجام دهد که 6 ماه به طول می انجامد. این آزمایش شامل مانیتورینگ برای حداقل 10 ماده شیمیایی است. این دومین سفر ENose به فضا خواهد بود. نسبت به نمونه قدیمی تر، ENose از لحاظ حساسیت افزایش و از نظر اندازه کاهش یافته است.

8-نتیجه

با وجود پیشرفت های عظیمی که در ENose حاصل شده است، این تکنولوژی با ایده آل خود فاصله زیادی دارد. گروه های بسیار زیادی در مؤسسات تحقیقاتی دنیا و دانشگاه های معتبر مشغول کار بر روی این پروژه هستند که شاید بتوان از مؤسسه تحقیقاتی وابسته به ناسا (JPL) به عنوان مهمترین آنها یاد کرد. همانگونه که در پایان

مقاله اشاره شد، ENose در آینده ای نزدیک مأموریت بزرگی پیش رو دارد و این نوید آینده ای روشن برای این تکنولوژی را به همراه دارد. هر چند این تکنولوژی هم اکنون نیز کاربردهای بسیار زیادی در موارد مختلف دارد، اما به دلیل پروژه های مختلف جهت بهینه سازی آن از لحاظ حساسیت، اندازه و بازه ی کاری به طور یقین استفاده از آن در آینده بسیار گسترده تر خواهد شد. ایران نیز می تواند همگام با دنیا از این تکنولوژی در صنایع نفت، صنایع مواد غذایی و مصارف پزشکی استفاده کند.

- A. C W Li and B. G D Wang, [1]
“The Research on Artificial
Olfaction System-Electronic Nose,”
International Symposium on
Instrumentation Science and
Technology, Tan Jiubin, 2006
- [2]http://science.nasa.gov/headlines/oct_enose.htm06/2004
- [3]<http://www.iit.edu/~jrsteach/enose.html>
- [4]<http://enose.jpl.nasa.gov>
- [5]<http://www.scientificpsychic.com/.htm2workbook/chapter>
- [6]<http://www.thoracic.org/sections/publications/press-2007releases/conference/articles/press-releases/electronic-nose-may-help-diagnose-asthma.html>
- [7]<http://homepage.ntlworld.com/colin.pratt/applcp.htm>
- [8]<http://www.le.ac.uk/press/ebulletin/features/noseonachip.html>
- [9]<http://aemc.jpl.nasa.gov/instruments/enose.cfm>
- [10]<http://health.howstuffworks.com/smell.htm>
- [11]http://www.lehigh.edu/~inolfact/documents/b_r_slides.ppt