١٠٨٤٢٨

۸۷/۱/۱۰۵۹۸۵
۸۷/۱۱/۲۶

دانشگاه یزد
مجتمع فنی و مهندسی
دانشکده مهندسی نساجی

پایان نامه
جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی نساجی - تکنولوژی نساجی

اثر گیج پارچه حلقوی پودی بر سیگنال تنفسی لباس هوشمند

استاد راهنما: دکتر اسفندیار اختیاری

استاد مشاور: دکتر فریدون دانشگران

پژوهش و نگارش: مهران دادگر

اردیبهشت ماه ۱۳۸۷

۱۳۸۷/۹/۲۴

۱۰۸۴۲۸

تقدیم به

پدر و مادر گرامیم که همواره تلاششان پشتوانه زندگی من بوده است.

الهی، رضایت پشتوانه های زندگیم از بزرگترین الطاف توست، همواره برایم جاودان گردان.

تقدیر و تشکر

پس از عرض ادب به پیشگاه تمام کسانیکه در زندگی به من نکته ای آموخته اند، برخود وظیفه میدانم از جناب آقای دکتر اسفندیار اختیاری (استاد محترم پروژه)، و جناب آقای پروفسور فریدون دانشگران (استاد محترم مشاور)، که همواره با راهنماییهای خود مرا در انجام پروژه یاری رساندند، تشکر و قدردانی نمایم. اگرچه که شک نداریم تا اعمال خوب ما در آیینه زندگیمان تابیده می‌شود، لیکن بزرگنمایی آرزوی خیر و توفیق ما برای این بزرگواران و نیک اندیشان، تنها موید همین قانون بشری است.

از آنجا که در این پروژه بافت لباس نیز جزء مراحل حساس کار بوده است، برخود وظیفه میدانم از آقای مهندس هنرمند (مدیریت محترم شرکت مشهد بافت کیمیا)، و حاج آقای قمری (تولید کننده محترم پوشاک) قدردانی نمایم.

یا حق

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی	**صورتجلسه دفاعیه پایان نامه** **دانشجوی دوره کارشناسی ارشد**	شناسه : ب/ک/۳

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی آقای/خانم: مهران دادگر دانشجوی کارشناسی ارشد

رشته/گرایش: نساجی/تکنولوژی

تحت عنوان: اثر گیج پارچه حلقوی پودی بر سیگنال تنفسی لباس هوشمند

و تعداد واحد: ۶ در تاریخ: ۸۷/۲/۱۱ با حضور اعضای هیأت داوران(به شرح ذیل) تشکیل گردید.

پس از ارزیابی توسط هیأت داوران،پایان نامه با نمره:به عدد ۱۹ به حروف نوزده

ودرجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

عنوان	نام و نام خانوادگی	امضاء
استاد/استادان راهنما:	دکتر اسفندیار اختیاری	
استاد/استادان مشاور:	دکترفریدون دانشگران	
متخصص و صاحبنظر داخلی:	دکتر سید عباس میرجلیلی	
متخصص و صاحبنظر خارجی:	دکتر مسعود لطیفی	

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه(ناظر)

نام و نام خانوادگی:

امضاء:

چکیده

منسوجات هوشمند، در حوزه های تحقیقاتی نوین تعریف گردیده و محققین توانسته اند کاربردهای گسترده ای را در این رابطه ارائه دهند. منسوجات هوشمند گستره ای از قابلیت پوشش داشتن تا کاربرد صنعتی را دارا می‌باشند. این منسوجات ویژگی خاصی را بسته به جایگاه و نوع کاربرد آن منسوج گزارش می‌دهند.

نکته اساسی که در تحقیقات انجام شده قبلی در طراحی لباسهای هوشمند به آن اشاره شده است، ارتباط طراحی منسوج با فیزیک بدن و نوع حسگر بکارگرفته شده در آن می باشد. در این تحقیق تلاش شده تا ارتباط بین تراکم منسوج و داده های گرفته شده از منسوج هوشمند تنفسی بررسی گردد.

در ابتدا سه نوع پارچه حلقوی با تعداد تراکم ردیف در اینچ های مختلف (۲۴ و ۲۶و ۲۸) تولید شده است و پس از این مرحله دوخت سه لباس از سه نوع پارچه، برطبق یک الگوی یکسان انجام گرفته است و یک حس کننده استرین گیج بر روی لباسها نصب شده است. پس از آن آزمایشهای مربوطه برای بررسی ارتباط سیگنال تنفسی گرفته شده با تراکم در اینچ پارچه منسوج هوشمند انجام شده است.

نتایج آماری حاکی از آن است که با افزایش تراکم حاصل شده در پارچه، پیک سیگنال تنفسی لباس هوشمند ساخته شده، افزایش معنا داری را نشان میدهد.

فهرست

عنوان	شماره صفحه
مقدمه	۱
فصل اول	
۱- منسوجات هوشمند و بررسی تحقیقات انجام شده	۳
۱-۱- منسوجات هوشمند و علائم حیاتی بدن انسان	۴
۱-۱-۱- معرفی منسوجات هوشمند	۴
۱-۱-۱-۱- منسوجات قابل پوشش (منـــــــسوجات هوشمند قابل پوشش)	۵
۱-۱-۱-۲- منسوجات صنعتی غیر قابل پوشش (منسوجات هوشمند غیر قابل پوشش)۶	
۱-۱-۲- علائم سلامتی بدن	۶
۱-۱-۲-۱- ضربان قلب در واحد زمان	۶
۱-۱-۲-۲- تعداد تنفس در واحد زمان	۶
۱-۱-۲-۳- دمای بدن در زمانهای مختلف	۶
۱-۲- معرفی انواع سنسورها	۷
۱-۲-۱-سنسورهای بر پایه الکترواکتیو پلیمر	۱۲
۱-۲-۱-۱- سنسورهای پیزورزیستیو که پایه پلیمر های فعال دارند	۱۲
۱-۲-۱-۲- سنسورهای پیزو الکتریک که پایه پلیمر های فعال دارند	۱۳
۱-۲-۱-۳- سنسورهای بیو مدیکال	۱۳
۱-۲-۲- فعال کننده ها	۱۴
۱-۲-۳- سنسورهای بر مبنای اجزای الکترونیکی	۱۵
۱-۲-۴- منابع جریان	۱۵
۱ -۲-۴-۱-سل های الکتروشیمیایی	۱۹
۱-۲-۴-۲-پیزو الکتریک های مولد	۱۹

۱-۲-۴-۳- الاستومرهای دی الکتریک ۲۰
۱-۲-۴-۴- مولد های جنبشی ۲۰
۱-۲-۴-۵- مولد های ترموالکتریک ۲۱
۱-۲-۴-۶- مولد های پیروالکترولیک ۲۱
۱-۲-۴-۷- مولد های فتوالکتریک ۲۱
۱-۲-۴-۸- سوپر خازنها ۲۲
۱-۲-۵- مواد سیمی الکتریکی ۲۲
۱-۳- طراحی بافت برای منسوج هوشمند قابل پوشش ۲۶
۱-۳-۱- متغیرهای طراحی ۲۷
۱-۳-۲- متغیرهای سنجشی ۲۸
۱-۳-۳- متغیرهای اجرایی ۲۸
۱-۴- دستاوردها در منسوجات هوشمند ۳۰
۱-۴-۱- خلاصه ای از جدیدترین دستاوردها در منسوجات هوشمند ۳۰

فصل دوم

طراحی و ساخت منسوج هوشمند قابل پوشش

۲-۱- مقدمه ۳۷
۲-۲- ساخت منسـوج هوشمند ۳۹
۲-۲-۱- طراحی و تولید لباس ۳۹
۲-۳- اندازه‌گیری کرنش ۴۰
۲-۴- حسگر تنتشن ۴۱
۲-۴-۱- جنس استرین‌گیجها ۴۲
۲-۴-۲- مقاومت الکتریکی استرین‌گیجها ۴۳
۲-۴-۳- مشخصات استرین‌گیج (پیزورزیستیو) استفاده شده ۴۵

۲-۴-۴- نصب سنسور ۴۵

۲-۵- اندازه‌گیری تغییرات جزئی مقاومت ۴۵

۲-۵-۱- پل وتسون ۴۶

۲-۵-۲- متعادل‌کردن مدار ۴۷

۲-۶- فیلترها ۴۷

۲-۷- تقویت کننده ۴۸

۲-۷-۱- مفهوم تقویت و تقویت کننده در الکترونیک ۴۸

۲-۷-۱-۱- چگونگی تقویت در ترانزیستور ۴۹

۲-۷-۱-۲ پارامترهای تقویت کننده ۵۰

۲-۷-۲- تقویت کننده های عملیاتی ۵۰

۲-۷-۳- گین یا بهره ۵۱

۲-۷-۴- تقویت کننده‌های ابزاری ۵۳

۲-۸- مبدل آنالوگ به دیجیتال ۵۶

۲-۸-۱- ویژگیهای مبدلهای A/D ۶۰

۲-۸-۱-۱- نوع خروجی ۶۱

۲-۸-۱-۲- قابلیت تفکیک ۶۱

۲-۸-۱-۳- دقت ۶۱

۲-۸-۱-۴- زمان تبدیل ۶۲

۲-۹- کالیبراسیون سیستم تشخیص تنفس ۶۳

فصل سوم

۳- نرم‌افزار مورد استفاده جهت پردازش داده های تنفسی ۶۵

۳-۱- مقدمه ۶۶

۳-۲- پورت سریال ۶۶

۳-۳- دیتاگیری و نمایش سیگنال در حوزه زمان ۶۶
۳-۳-۱- سرعت دیتاگیری ۶۶
۳-۳-۲- تعداد دیتاها در سیکل ۶۷
۳-۴- مراحل اجرای برنامه ۶۷
۳-۵- فلوچارت ۶۸
۳-۶- توابع ۶۸
۳-۶-۱- پنجره کاربر نرم‌افزار ۶۹
۳-۶-۲- توابع کلاس view ۶۹
۳-۶-۳- تابع file creation ۷۰
۳-۶-۴- تابع timer ۷۰
۳-۶-۵- تابع start stop ۷۰

فصل چهارم

۴- آزمایشات ۷۲
۴-۱- مقدمه ۷۳
۴-۲- بدست آوردن سیگنال تنفس ۷۳
۴-۳- آزمایشات ۷۳

فصل پنجم

۵- بحث و نتیجه‌گیری ۷۸
۵-۱- تحلیل آماری ۷۹
۵-۱-۱- تاثیر تعداد ردیف در اینچ بر دامنه سیگنال ۸۰
۵-۱-۲- تاثیر تعداد ردیف در اینچ بر پیک منحنی ۸۰
۵-۱-۳- ارتباط تعداد ردیف در اینچ و جنس سنسور ۸۱
۵-۲-تحلیل نتایج ۸۱

۵-۳-نتیجه گیری کلی ۸۳
۵-۴- پیشنهاد برای تحقیقات بعدی ۸۳
۶- ضمایم ۸۵
۶-۱- برنامه نوشته شده به زبان ویژوال C ۸۵
۶-۲- داده های مربوط به سیگنال های گرفته شده از سه نوع پارچه ۸۸
۷- منابع و مراجع ۹۹

مقدمه

انسان از ابتدای خلقت تا کنون، تنوع پوشش خود را از برگ درخت تا منسوجات هوشمند امروزی، اختیار نموده است. در گذر زمان با فهم و کشف تکنولوژی های جدید و نیز شناسایی مواد خام موجود در طبیعت، توانسته است تا با بکار گیری دانش و امکانات موجود همواره رفاه بیشتر خود را فراهم سازد شاید روزگاری بافت منسوجی از جنس پنبه که بسیار لطیف باشد و بتواند به عنوان پوشش برای ادمی بکار رود، چندان قابل تصور نمی نمود و شاید افکار زمانهای قدیم برگ درختان را به عنوان پوشش خود به طور دائم متصور می شدند، یا شاید اگر ایده تولید و دست یابی به منسوج جدید، نیز به ذهن می رسید، باز این سئوال که حال چگونه میتوان برای مصرف کنندگان بسیار زیاد روی کره زمین این محصول را تولید کرد، تعللی در اوج گرفتن ایده های جدید ایجاد می نمود.

بشر در طول زمانهای گذشته همواره با اعجاز تجربه، بر ناباوری خود بر مسائل فایق آمده و همچنان در رشته های مختلف علمی و در سطوح مختلف، انقلابهای علمی ، دست باور را بر سبد دانشهای تحقق نیافته زده است. در حوزه نساجی دیری نگذشته است که الیاف نوری، الیاف میکرو، الیاف نانو ، ...و به تازگی منسوجات هوشمند، حوزه های جدید کاری را برای محققین باز نموده‌اند. بدیهی است اگرچه در بررسی هر کدام از این تکنولوژیها و کسب محصولات ناشی از هر کدام، همواره سئوالاتی چون آیا میتوان تعداد کثیر مصرف کنندگان را با این مصنوع جدید تامین نمود؟(همانگونه که انسانهای اولیه نیز به سختی می توانستند متصور شوند که روزی با احداث کارخانجات بافندگی بسیار زیاد، آدمیان را بتوان از پوشش برگ رهایی بخشید).

پس از اختراع ماشین بافندگی ژاکارد، ذخیره کردن داده ها و مکانیزه شدن آن پذیرفته شد و امروزه پس از گذشت ۲۰۰ سال، ارتباط بین نساجی و کامپیوتر، ملموس شده است، و تولید منسوجاتی که قابلیت درک حرکات بدن و یا قابلیت گزارش دهی داشته باشند، در این راستا مظهر مشارکت این دو صنعت می‌باشند.

به منظور آگاه نمودن مردم از وضعیت سلامتی شخصی‌شان، پشتیبانی و اطلاع رسانی و سپس پیشرفتهای تکنولوژیکی باید در این راستا به‌کار برده شود، برای این منظور باید براحتی بتوان

وسایل واسطه ای بین انسان و این ابزار را به‌کار گرفت. با به‌کار گرفتن پارچه های چند منظوره،(که بطور متداول به الکتروتکستایل ها یا منسوجات هوشمند معروف هستند)، کسب یک زندگی سالم، ایمن، و راحت تر میسر می‌گردد. لذا چنانچه هوشمندی منسوجات، با ویژگی پوشانندگی آن ترکیب شود، می‌تواند یک محصول سودمند را تولید نماید.

به‌طور خاص ، لباس هایی با قابلیت کشش و جمع شدگی، امکان پیگیری حرکات را دارند. حس کننده ها[1] و فعال کننده ها[2] که در نساجی استفاده می شود، ممکن است به واسطه جریان برق کنترل شوند.

این ابزار تحت نظر داشتن بیمار در منزل از راه دور و یا کنترل فضانوردان، افراد کهنسال، و ارتباط کنترلی از طریق تلفن را به ما می‌دهد. تکستایل های الکترونیکی می‌تواند مسیرهای جدیدی از بیومانیتورینگ[3]، توانبخشی و .... را برای ما باز نماید.

در این مطالعه ارتباط متقابل نساجی و کامپیوتر و معرفی التزامات الحاق آنها در تولید منسوجات هوشمند بررسی خواهد شد. منسوجات الکترونیکی[4] نامیده می‌شوند، که نه تنها قابلیت پوشش (مانند سایر منسوجات) را دارد، بلکه امکان نمایش و یا پردازش شبیه سیستمهای ارتباطی بدون سیم[5] را دارند.

1 Sensors
2 Actuators
3 Biomonitoring
4 E-textile or smart fabrics
5 Wireless

فصل اول

منسوجات هوشمند و بررسی تحقیقات انجام شده

منسوجات هوشمند و علائم حیاتی بدن انسان

۱-۱-۱- معرفی منسوجات هوشمند

منسوجات هوشمند[1]، پارچه هایی هستند که ابزارهای الکترونیکی در آنها به کار رفته است. اجزای الکترونیکی و وسایل ارتباط دهنده این اجزا (به همدیگر)، جزیی از پارچه هستند، و به همین دلیل کمتر قابل رویت می‌باشند. بعلاوه اینکه، این منسوجات خیلی برای مالش و پیچ خوردن و یا درگیری با وسایل محیط مستعد نیستند. نتیجتاً این منسوجات می توانند در کاربردهای روزمره و به ویژه در جاهایی که حضور کامپیوتر برای انسان دست و پاگیر است، به کار روند.

در منسوجات هوشمند با توجه به نیاز مصرف کننده، قابلیت لازم در آن ایجاد می‌شود. تعداد و موقعیت سنسورها و اجزای پردازشگر، با توجه به نیاز کاربر، در نظر گرفته شده و به ندرت در موقع طراحی ثابت فرض می‌گردند. فضای کاری برای منسوجات هوشمند بسیار گسترده است و انتخاب هایی از قبیل نوع و ساختار نخ، بافتها، اجزای به‌کار رفته، سیستم های نرم افزاری، تنوع شبکه اتصالات، میدان کاری گسترده ای را بوجود آورده است.

تهیه لباسی که سنسور به آن دوخته شده باشد و یا با تبحر در آن جاسازی شده باشد، بسیار گران است، در این راستا باید توجه داشت که :

- برای مصرف، اندازه های متفاوت مورد نیاز است.
- هر منسوج با توجه به نوع کاربرد آن، استفاده خاص خود را دارد.

یافتن ناحیه مناسب برای نصب سنسور، روی سایز های متفاوت، کار مشکلی است. در تولید لباسهای هوشمند، امروزه، جایابی سنسورها با سعی و خطا انجام می‌شود. در بعضی ازمقالات سعی شده است[۱]، که یک قالب برای ارزیابی منسوجات هوشمند، (بدون ساخت قالب و لباس) طراحی شود.

---

1 Intelligent E_textiles

یک منسوج هوشمند، یک شبکه اتصال را برای حس کردن و پردازش اجزا، با میزان کمتر مصرف انرژی (نسبت به روش بدون سیم) فراهم می‌کند. البته خود پارچه هم می‌تواند به عنوان حس گر عمل نماید.(و این بسته به نوع الیاف به کار گرفته شده در منسوج است.)

مواد بکار برده شده برای اینگونه منسوجات هوشمند باید دارای وزن کم، قابلیت تغییربه شکل های مختلف(به ویژه به شکل لیف)، و راحت بودن در تن، را داشته باشند. اغلب این خواص عموماً در سنسورهای استفاده شده، فعالگرها[1]، اجزای الکترونیکی و منابع برقی به همراه حجم کوچک وجود ندارد.

چنین پارچه هایی، از قبیل حسگرهای اولیه، فعال کننده ها، الکتروتکستایل ها، به عنوان پارچه های جدید که از دانش بالا برخوردارند، مطرح هستند. یک حوزه وسیع و کاربردی برای منسوجات هوشمند، تشخیص محیط کاربر و فعالیت های آن می‌باشد. بنابراین طراحی یک قالب خاص برای منسوجات هوشمند، باید با لحاظ کردن محیط فیزیکی، به ویژه ماهیت سنسور، باشد. با توجه به کاربرد چند جانبه آنها، قابلیت پوشش و انعطاف برای بدن را دارند، الکترو تکستایل ها برای خلق زندگی با کیفیت بالاتر مناسب هستند، و در بیودرمانی[2] به عنوان ابزار بیومانیتورینگ[3] ، توانبخشی، تلفن درمانی[4]،و ...به‌کار می‌روند. امروزه منسوجات هوشمند در جایگاههای مختلف، نقش های مختلفی اجرا نموده‌اند. می‌توان با توجه به نوع استفاده، تمامی منسوجات هوشمند را به دو دسته زیر تقسیم نمود:

۱-۱-۱-۱- منسوجات قابل پوشش (منـــــسوجات هوشمند قابل پوشش)

این منسوجات در قالب لباس انسان طراحی شده اند و طبیعتاً کاربرد آنها نیز در ارتباط با انسان و یا عملکرد انسان و یا برآورد شرایط اطراف انسان است. منسوجاتی که برای ثبت

1Actuators
2 Biomedical
3 Biomonitoring
4 Telemedicine

حرکات سه بعدی بدن انسان (در استودیو های فیلم سازی) به کار می‌رود، منسوجاتی که برای گزارش گرفتن از نیرو ها و نوع و زمان حرکات بدن فضانوردان در فضا استفاده می‌شود و لباسهایی که گزارش علائم سلامتی بدن انسان را بر روی یک گیرنده ثبت نمایند، همه مثالهایی از این نوع لباس هستند.

۱-۱-۲- منسوجات صنعتی غیر قابل پوشش (منسوجات هوشمند غیر قابل پوشش)

منسوجاتی از قبیل فرشهای هوشمند که قابلیت گزارش دهی حرکات بدن بر روی فرش، (و یا وزن قرار گرفته بر روی فرش) را دارند، منسوجاتی که در بدنه هواپیما جهت گزارش دهی میزان فشار جوی وارد به بدنه و سایر پارامترهای مفید در هدایت هواپیما بکار می‌روند، منسوجاتی که در بدنه سدها برای گزارش دهی میزان فشار وارده بر سد به‌کار می‌روند، منسوجاتی که در اعماق زمین جهت محاسبه نیروهای زمین لرزه ای به کار می‌روند، همه نمونه هایی از کاربرد منسوجات هوشمند در مصارف علمی صنعتی گوناگون هستند.

۱-۱-۲- علائم سلامتی بدن

مهمترین علائم مهم حیاتی بدن انسان که در سالهای اخیر مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته اند، عبارتند از :

۱-۱-۲-۱- ضربان قلب در واحد زمان[1]

۱-۱-۲-۲- تعداد تنفس در واحد زمان[2]

۱-۱-۲-۳- دمای بدن در زمانهای مختلف

همچنین بررسی بر روی نحوه حرکت و یا میزان جابجایی اعضای بدن[1] در مدت زمان

---

1 Electrocardiogram (ECG), Electromyogram (EMG)

2 Respiration

درمان، خود از فاکتورهای مورد علاقه متخصصین مهندسی پزشکی می باشد.[۲]

۱-۲- معرفی انواع سنسورها

سنسورها ابزارهایی هستند که بر مبنای علمی خاص خود عمل نموده و می‌توانند در اثر انجام یک عمل خاص ، واکنش متناسبی داشته باشند. برای مثال یک سنسور می‌تواند در اثر اعمال فشار، میزان میلی ولت مشخصی را از خود ساطع نماید، که این میزان می‌تواند با پردازش و انجام محاسبات خاص، بیانگر یک پارامتر باشد، همانگونه که به وضوح مثال عینی این نمونه از سنسورها را می‌توان در ترازوهای متداول مشاهده نمود.

در شناخت سنسورها آنچه مهم است پایداری نتیجه و یا به عبارتی تکرار پذیری نتیجه آزمون می باشد، البته باید توجه داشت که برای استفاده از سنسورها معمولا از روشهای مختلفی استفاده می‌نمایند، که یک روش متداول برای بکارگیری سنسورها ساخت مدار الکتریکی است که با قرار دادن سنسور در یک پل وتستون، بتوان از تغییرات ولتاژ حاصل شده در پل وتستون ، پارامتر مد نظر را بدست آورد. بکارگیری سیگنال می‌تواند طبق الگوریتم زیر انجام شود:

الف: دریافت سیگنال

ب: تقویت سیگنال

ج: نویز گیری سیگنال به روش سخت افزاری

د: تبدیل آنالوگ به دیجیتال

ه: دریافت توسط پردازشگر

ی: نویز زدایی توسط روشهای پردازش سیگنال

م: بکارگیری داده های حاصله

بطور کلی با توجه به ضعیف بودن سیگنال خروجی از مدار، نیاز به تقویت سیگنال[۲] بوده، و پس از آن سیگنال را توسط یک کارت مبدل (آنالوگ) به دیجیتال[۳]، تبدیل نموده و از داده های

---

1 Body posture/movement
2 Op amp
3 Analog to digital converter

بدست آمده استفاده می‌شود. همانگونه که در سه الگوریتم فوق به وضوح ذکر شده است، عملیات نویز زدایی با توجه به سیستم الکترونیکی اعمال شده و نیز هدف از کاربرد سیستم، می‌تواند به شیوه نرم افزاری و یا نرم افزاری و سخت افزاری انجام شود.

اغلب سنسور های مفید برای سیستم های مجهز به سنسور به دو گروه تقسیم می‌شوند:

الف) سنسورهای فعال[1]

ب) سنسورهای موثر یا اثر پذیر[2]

گروه اول سنسورهایی هستند که طبیعتاً[3] انرزی ورودی را به یک اختلاف پتانسیل الکتریکی تبدیل میکنند.[۲]

گروه دوم سنسورهایی هستند که یک منبع جریان خارجی لازم دارند تا ورودی خود را به یک خروجی مفید (قابل استفاده) تبدیل نمایند. این گروه عموماً بر مبنای میزان تغییرات مقاومت در برابر عامل محرک (نیروی محرک) کار می‌کنند. در واقع این گروه، همان سنسورهایی هستند که در نگاه کلی برای ایجاد تعادل در پل وتسون نیاز به یک منبع تغذیه اولیه دارد.[4]

سنسورها از مواد مختلفی از قبیل پلیمرهای فعال شونده[5] و یا فلزات حساس ساخته میشوند.

جدول(۱-۱) لیستی از پلیمرهای فعال شونده و کاربردهای عمومی آنها را نشان می‌دهد.

---

[1] Active sensors

2 Passive sensors

3- اینگونه سنسورها با توجه به خصلت ذاتی خود در اثر اعمال هر گونه نیرو، که موجب تغییر در حالت اولیه آنها گردد، عکس العمل نشان می‌دهند.

4- اغلب یک منبع تغذیه ۵ ولت جریان مستقیم (و یا در این محدوده) نیاز اینگونه مدارها را برآورده می‌نماید.

[5] Electro Active Polymers(EAPs)

جدول ۱-۱- پر کاربرد ترین الکترواکتیوپلیمرها و ماکرومولکول های ارگانیک ونظیر غیر ارگانیک آنها برای سنسورهای اثرپذیر

اثر فیزیکی	حسگر	مواد	
		پلیمرالکترواکتیو ارگانیک	پلیمرالکترواکتیو غیر ارگانیک
پیزورزیستیو	استرین گیج	رابرهای هادی تحمل کننده فشار[1]	فلزها
		پلیمرهای هادی	شبه رساناها
ترمورزیستیو	بلومتر[3]	پلی فنیلن وینیلن[2]	فلزها
مگنت رزیستیو	سنسورهای مگنت رزیستیو	PA4 PVAc[5]	آلیاژهای فلز نیکل آلیاژهای نیکل کبالت
شیمی رزیستیو	سنسورهای شیمی رزیستیو	Ppy[7] PT[8] پلیمرهای یونی رسانا Charge transfer complexes	پالادیم اکسید فلزها تیتانات ها زیرکونیا[6]
فتو رزیستیو	سنسورهای فتو رزیستیو	CP PC[9]	نیمه هادی های ذاتی و غیر ذاتی

عوامل فیزیکی و وسایل مرتبط برای سنسورهای اکتیو در جدول (۱-۲) اورده شده است.

1 E.g :poypyrrole,polyaniline,polyacetylene,pyrolized polyacrylonitrile
2 Poly phenylene vinylene (ppv)
3Bolometers:.وسیله ای که برای اندازه گیری انرژی تابشی بکار می‌رود
4 Polyacetylene
5 Pyrolized polyvinylacetate
6 Zirconia
7 Polypyrrole
8 Polythiophene
9 Copper pthiophene complexes