

## सेंसर एवं डिवाइस @आईआईटी हैदराबाद



**KID: 20220403**

जैसा कि हम जानते हैं, मनुष्यों के पास पाँच अत्यधिक परिष्कृत प्राकृतिक इंद्रियाँ (गंध, स्वाद, दृष्टि, स्पर्श और श्रवण) और शक्तिशाली तंत्र हैं जिनके द्वारा जीवित प्रणालियाँ अपने परिवेश के साथ परस्पर क्रिया करती हैं। साथ ही, जीवित प्रणालियों को आसपास के वातावरण से रासायनिक या भौतिक जानकारी एकत्र करने में मदद करने के लिए लक्षित कार्य के लिए प्रत्येक इंद्रिय अत्यधिक संवेदनशील और चयनात्मक है। इन प्राकृतिक सेंसरों के उल्लेखनीय गुण विभिन्न अनुप्रयोगों में विभिन्न भौतिक मापदंडों का पता लगाने के लिए नई संवेदन प्रौद्योगिकियों के विकास को प्रेरित करना जारी रखते हैं जिनमें बायोमेट्रिकल और बायोमेट्रिक अनुप्रयोग, ऑटोमोटिव अनुप्रयोग, रासायनिक गुणों को मापने और औद्योगिक अनुप्रयोग [चित्र 1] शामिल हैं।

रूटिंग नोड्स और फिर इसे ऑपरेटरों को स्थानांतरित करता है। उभरता हुआ डब्ल्यूएसएन-आधारित आईओटी प्लेटफॉर्म पर्यावरण निगरानी, रासायनिक और जैविक हमले का पता लगाने, गृह स्वचालन, जलीय कृषि, तेल उद्योग, कृषि, स्वास्थ्य देखभाल, सामरिक निगरानी और कई अन्य अनुप्रयोगों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इन सभी अनुप्रयोगों के बीच, आज की दुनिया में, विशिष्ट स्थानों की स्थितियों की निरंतर ट्रैकिंग और निगरानी के कारण, WSN- आधारित IoT प्लेटफॉर्म एक्वाकल्चर, कृषि, पर्यावरण निगरानी और स्वास्थ्य देखभाल अनुप्रयोगों में बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। उपरोक्त महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों के लिए WSN-आधारित IoT तकनीक को वास्तविक जीवन में लाने के लिए,

हालांकि, मौजूदा सेंसर तकनीकों की कई सीमाएं हैं जैसे भौतिक पैरामीटर को लक्षित करने के लिए गैर-चयनात्मक, सीमित पता लगाने की सीमा, गैर-पोर्टेबल, खराब स्थिरता और महंगी।

इसलिए, हमने न केवल ऊपर उल्लिखित महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों के लिए बल्कि अन्य अनुप्रयोगों के लिए भी विभिन्न प्रकार के सेंसर विकसित करना शुरू कर दिया है। चित्र 2 IITM में सेंसर पर शोध कार्य का सारांश प्रदान करता है। IIT हैदराबाद में सेंसर के विकास पर शोध कार्यों का सारांश ये सभी शोध कार्य अंतर्राष्ट्रीय उच्च प्रभाव वाली पत्रिकाओं में प्रकाशित किए गए हैं।

हाल के वर्षों में, जनसंख्या में तेजी से वृद्धि, जीवन की गुणवत्ता पर बढ़ती मांगों और पर्यावरण संरक्षण पर बढ़ते दबाव के कारण अधिक बुद्धिमान जीवन शैली के लिए सामाजिक सुधार की शुरुआत हुई है। आसपास के वातावरण के बारे में जागरूकता बढ़ाने वाली तकनीकों को बनाने की इच्छा ने विभिन्न प्रकार के सेंसर के विकास में और प्रगति की है, और वास्तव में सेंसर मानव जीवन को अधिक सुलभ और बेहतर बनाने के लिए लगभग सभी क्षेत्रों में काम करते हैं।

20वीं सदी के उत्तरार्ध के बाद से, रासायनिक सेंसर और बायोसेंसर पर्यावरण निगरानी, खाद्य उत्पादों, औद्योगिक रासायनिक उत्पादन प्रक्रियाओं, फार्मास्यूटिकल्स, औद्योगिक सुरक्षा, सुरक्षा, इनडोर निगरानी और स्वास्थ्य देखभाल अनुप्रयोगों में व्यापक अनुप्रयोगों के साथ आधुनिक समाज का एक अनिवार्य हिस्सा बन गए हैं।

### बायोमेट्रिकल और बायोमेट्रिक अनुप्रयोग

- जैव-रासायनिक संवेदक - औषधि, डोपामिन इत्यादि।
- बायोमेट्रिकल रोग सेंसर - स्तन कैंसर, डेंगू, मलेरिया आदि।
- फिंगरप्रिंट, चेहरा पहचान, रासायनिक बायोमेट्रिक्स और इतने पर।

### ऑटोमोटिव अनुप्रयोग

- स्वायत्त कारें - विजन सेंसर, अल्ट्रासोनिक निरीक्षण आदि।
- प्रदूषण का पता लगाना - गैस सेंसर, रेन सेंसर, लाइट सेंसर वगैरह।
- लाइट डिटेक्शन एंड रेंजिंग, व्हील रोशन सेंसर वगैरह।

### सेंसर के अनुप्रयोग

#### रासायनिक गुणों को मापना

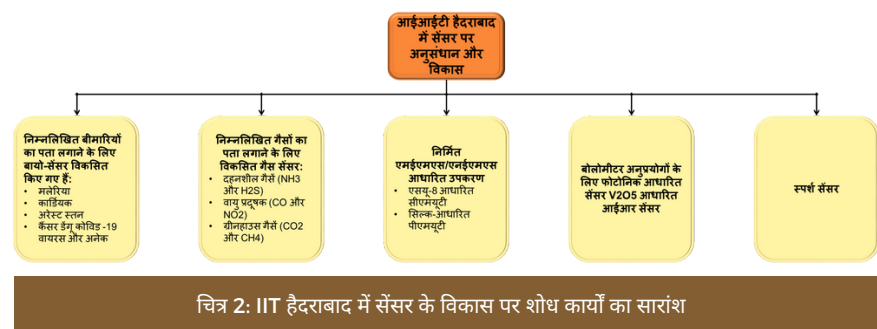
- पर्यावरण निगरानी - NOx, NH3, H2S, और इसी तरह।
- खाद्य सुरक्षा-आर्द्रता, CO2 और इतने पर।
- पेट्रोकेमिकल - हाइड्रोकार्बन
- औद्योगिक सुरक्षा - दहनशील गैस, इनडोर वायु गुणवत्ता और इसी तरह।

#### औद्योगिक अनुप्रयोग

- उत्पादों की विशेषता
- वास्तविक समय थर्मल इमेजिंग
- रचना विश्लेषण
- प्रदूषण का पता लगाना
- दोष और सतह निरीक्षण

दूसरी ओर, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) के विकास से बड़ी संख्या में डिजिटल रूप से संवर्धित भौतिक वस्तुओं को इंटरनेट से जोड़कर सेंसर उद्योग को बड़ी संभावनाएं प्रदान करने की उम्मीद है। ये वस्तुएं, विशेष रूप से सेंसर, हर जगह जुड़े हुए हैं और हर समय रुचि रखते हैं। इस संबंध में, वायरलेस सेंसर नेटवर्क (डब्ल्यूएसएन) आधारित आईओटी प्लेटफॉर्म आधुनिक निगरानी प्रणालियों में लोकप्रिय है, जहां डब्ल्यूएसएन सेंसर और रूटिंग नोड्स का एक संग्रह है। जिसे हवा, तापमान और कई अन्य भौतिक स्थितियों की भविष्यवाणी करने के लिए पर्यावरण में एकीकृत किया जा सकता है। यहाँ, WSN डेटा एकत्र और संसाधित करता है

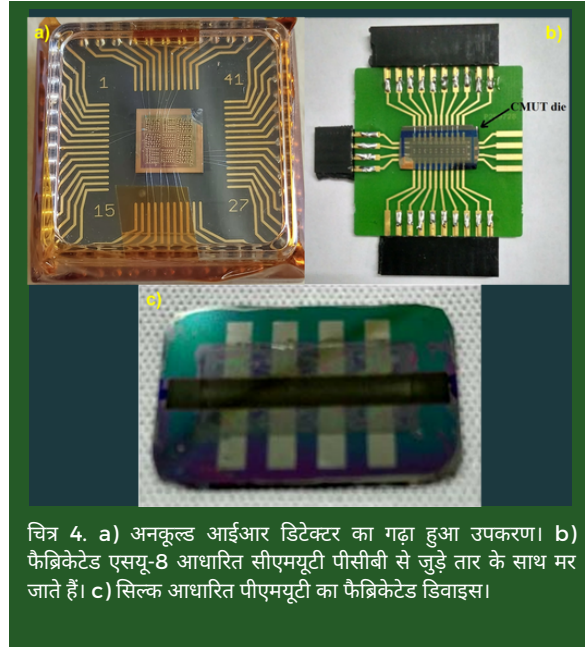
सबसे महत्वपूर्ण घटक सेंसर है, और इसे छोटा, पोर्टेबल, अत्यधिक संवेदनशील और इसके भौतिक पैरामीटर के लिए चयनात्मक होना चाहिए, पता लगाने की सीमा परिवेश की एकाग्रता, उच्च स्थिरता और सस्ती है।



चित्र 2: IIT हैदराबाद में सेंसर के विकास पर शोध कार्यों का सारांश

इसके आलोक में, हमने विद्युत रूप से ट्रांसड्यूसर बायोसेंसर और गैस सेंसर के अनुसंधान और विकास पर ध्यान केंद्रित किया है। बायोसेंसर के विकास के संबंध में, हमने लक्ष्य-विशिष्ट एंटीबॉडी (मलेरिया, कार्डियक अरेस्ट) और डीएनए संकरण (स्तन कैंसर) का पता लगाने के लिए उपयोग में आसान, अगली पीढ़ी, अल्ट्रासेंसिटिव नैनो-बायोसेंसर और पॉइंट-ऑफ-केयर डायग्नोस्टिक डिवाइस विकसित किए हैं।, डैंगू आदि। इसके अलावा, हमने रोगसूचक और स्पार्शोन्मुख रोगियों [चित्र 3] के लिए 30 मिनट के भीतर परिणामों का पता लगाने और उत्पादन करने के लिए एक सस्ती कृत्रिम बुद्धिमत्ता-आधारित कोविड -19 होम (COVIHOME) परीक्षण किट विकसित की है। बायो-सेंसर के विपरीत, हम विभिन्न प्रकार की गैसों जैसे ज्वलनशील गैसों (NH<sub>3</sub> और H<sub>2</sub>S), वायु प्रदूषकों (CO और NO<sub>2</sub>) और ग्रीनहाउस गैसों (CO<sub>2</sub> और CH<sub>4</sub>) का पता लगाने के लिए गैस सेंसर भी विकसित कर रहे हैं। ये सेंसर बेहतर चयनात्मकता और परिवेशी सांद्रता का पता लगाने के साथ अत्यधिक संवेदनशील हैं। विकसित सेंसर पर्यावरण निगरानी, खाद्य सुरक्षा और ईंधन आधारित घरेलू उपकरणों सहित कई अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त हो सकते हैं। वास्तव में, हम प्रयोगशाला स्तर पर सेंसर के विकास तक ही सीमित नहीं हैं बल्कि वास्तविक समय के अनुप्रयोगों में निगरानी के लिए इन सेंसर को उत्पादन स्तर तक लाने की दिशा में काम कर रहे हैं।

भारतीय रक्षा और अनुसंधान अलंकरण की। एक विश्वसनीय और मजबूत एमईएमएस हैंगिंग संरचना महत्वपूर्ण चिंता का विषय है, जो अक्सर सूक्ष्म-बोलोमीटर निर्माण के लिए शो-स्टॉपर्स बन जाती है।



चित्र 4. a) अनकूल्ड आईआर डिटेक्टर का गढ़ा हुआ उपकरण। b) फैब्रिकेटेड एसयू-8 आधारित सीएमयूटी पीसीबी से जुड़े तार के साथ मर जाते हैं। c) सिल्क आधारित पीएमयूटी का फैब्रिकेटेड डिवाइस।

इस लक्ष्य के लिए, वैनेडियम पेंटोक्साइड (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) पर आधारित एक अनकूल्ड इन्फ्रारेड (IR) डिटेक्टर को उनके बोलोमेट्रिक प्रदर्शन [चित्र 4a] को निर्धारित करने के लिए थर्मली और विद्युत रूप से तैयार किया गया था।

और यांत्रिक उत्तेजनाओं [चित्र 4] के अनुरूप विद्युत संकेत को मापता है। यहां, स्पर्श संवेदकों का विद्युत संकेत न केवल उत्तेजना और उपकरण गुणों के बीच संबंध पर निर्भर करता है, बल्कि प्रेरक गुणों पर भी।

विस्तार से, यह स्पर्शनीय भावना (प्रोत्साहन गुण) से प्राप्त बलों के परिमाण, आकार, स्थिति और वितरण पर डेटा प्रदान करता है। वर्तमान में, हमारा लक्ष्य एक ऐसी प्रणाली विकसित करना है जो उपयुक्त सामग्री और सिग्नल-कनवर्टिंग सिस्टम की मदद से मानवीय क्षमताओं की नकल करे। इसके लिए, हम एक बायोकंपैटिबल सिल्क थिन-फिल्म आधारित पीजोइलेक्ट्रिक टैक्टाइल सेंसर के विकास पर काम कर रहे हैं, जिसका उपयोग इम्प्लान्टेबल एप्लिकेशन के लिए भी किया जा सकता है।

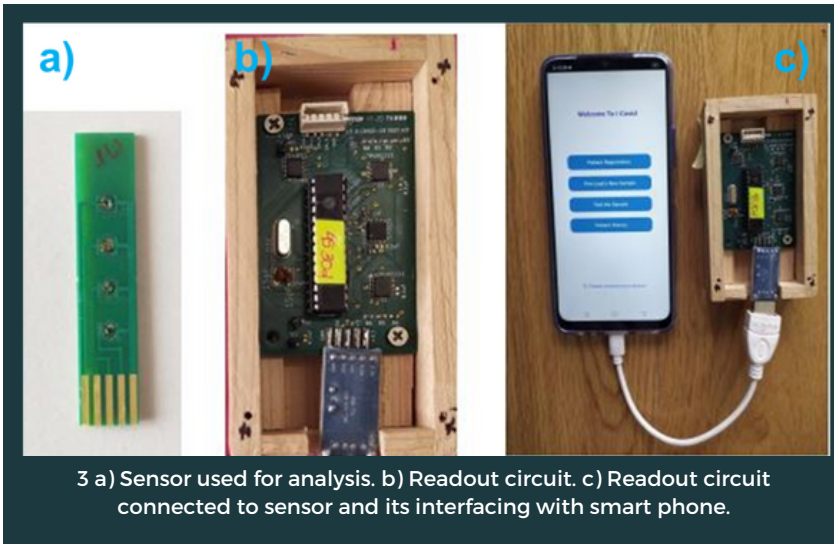


मानव नकल क्षमताओं के साथ स्पर्श संवेदक

उपरोक्त महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों के लिए WSN- आधारित IoT तकनीक को वास्तविक जीवन में लाने के लिए, सबसे महत्वपूर्ण घटक सेंसर है, और इसे छोटा, पोर्टेबल, अत्यधिक संवेदनशील और अपने भौतिक पैरामीटर के लिए चयनात्मक होना चाहिए, पता लगाने की सीमा परिवेशी सांद्रता में है, उच्च स्थिरता, और सस्ती।

## डॉ शिव गोविंद सिंह

प्रमुख और प्रोफेसर,  
विद्युतीय अभियांत्रिकी विभाग  
आईआईटी हैदराबाद



3 a) Sensor used for analysis. b) Readout circuit. c) Readout circuit connected to sensor and its interfacing with smart phone.

इसके अलावा, हम माइक्रोइलेक्ट्रोमैकेनिकल सिस्टम (एमईएमएस)/नैनोइलेक्ट्रोमैकेनिकल सिस्टम (एनईएमएस) और फोटोनिक आधारित सेंसर के विकास पर काम कर रहे हैं। एमईएमएस/एनईएमएस आधारित सेंसर स्वदेशी माइक्रो-बोलोमीटर प्राप्त करने के लिए एक मजबूत और कड़ी मुक्त बल्क माइक्रो मशीनीकृत प्रक्रिया विकसित करने में सहायक रहे हैं, जो थर्मल इमेज कैमरा विकसित करने के लिए आवश्यक हैं, एक दीर्घकालिक सपना।

इसके अलावा, हमने SU-8 आधारित कैपेसिटिव माइक्रोमाचिन्ड अल्ट्रासोनिक ट्रांसड्यूसर (CMUT) [चित्र 4b] और रेशम-आधारित पीजोइलेक्ट्रिक माइक्रोमशीन अल्ट्रासोनिक ट्रांसड्यूसर (PMUT) [चित्र 4c] को सफलतापूर्वक गढ़ा और चित्रित किया है। हाल ही में, हमने बाहरी यांत्रिक उत्तेजनाओं (जैसे तनाव, दबाव, आर्द्रता, ध्वनि और तापमान) का पता लगाने के लिए स्पर्श संवेदक के विकास पर काम करना शुरू कर दिया है।