

ต่อยอด “จุมุกอิเล็กทรอนิกส์” สู่ระบบจำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5

นักวิจัยนาโนเทค สวทช. รั่วใจหทัยวิจัยจาก กฟผ. พัฒนาระบบจำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และมลภาวะทางอากาศ ณ บริเวณชุมชนรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยต่อยอดเทคโนโลยีจุมุกอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยตรวจ ติดตาม วิเคราะห์ที่มาของฝุ่นผ่านระบบ IoT สร้างองค์ความรู้เพื่อบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ลดผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก รวมถึงการวางแผนเพื่อป้องกันในอนาคต

ดร.รุ่งโรจน์ เมาลานนท์ หัวหน้าทีมวิจัยวิศวกรรมกระบวนการและระบบตรวจติดตาม กลุ่มวิจัยการวิเคราะห์ระดับนาโนขั้นสูงและความปลอดภัย ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (นาโนเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กล่าวว่า “โครงการพัฒนาระบบจำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และมลภาวะทางอากาศ” เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างการผลิตไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) กับศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สวทช. เพื่อออกแบบและสร้างระบบตรวจติดตามและวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณชุมชนรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนบรรเทาและบริหารจัดการปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นต่อไป

“สืบเนื่องมาจากพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยตลอดหลายปีที่ผ่านมาพบว่า เป็นส่วนหนึ่งในพื้นที่ที่เกิดผลกระทบจากสถานการณ์หมอกควันและไฟป่า โดยในช่วงปลายฤดูหนาวถึงต้นเดือนเมษายนของทุกปีจะประสบปัญหาการเกิดหมอกควันร่วมกับปัจจัยเสริมทางอุตุนิยมวิทยาในเรื่องความกดอากาศสูงตามฤดูกาล สภาพภูมิประเทศที่เป็นหุบเขาค้ำแอ่งกระทะ ทำให้เอื้อต่อการสะสมตัวของหมอกควันในพื้นที่ โดยปัญหาดังกล่าวส่งผลให้ค่ามลภาวะทางอากาศมีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานมากและครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ทั้งนี้ปัญหาหมอกควันส่งผลกระทบต่อทั้งด้านสุขภาพ คุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ สังคม และด้านการท่องเที่ยว ในพื้นที่หลายจังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตาก ลำพูน รวมถึง ลำปาง ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ การผลิตไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ในพื้นที่ภาคเหนือ” ดร.รุ่งโรจน์กล่าว

“ละอองธุลี” (particulate matter, PM) หรือที่เราคุ้นกันโดยทั่วไปว่า “ฝุ่นละออง” ถือเป็นหนึ่งในมลภาวะทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในเขตชุมชนขนาดใหญ่ พื้นที่อุตสาหกรรม รวมถึงพื้นที่ทางการเกษตร ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศโดยทั่วไปมีแหล่งกำเนิดมาจาก 2 แหล่ง ได้แก่ (ก) แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และสามารถแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรง เช่น ฝุ่นจากละอองดินและทรายละเอียด ฝุ่นเกลือจากทะเล ฝุ่นจากการระเบิดของภูเขาไฟ ฝุ่นละอองเกสรดอกไม้ หมอกไอน้ำ ไฟป่า และ (ข) แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ฝุ่นจากภาคอุตสาหกรรม ไอเสียเครื่องยนต์

จากการคมนาคม การเผาไหม้ชีวมวลทางการเกษตรในที่โล่ง ฝุ่นควันจากการประกอบอาหารในบ้านเรือน ฝุ่นละอองจากกิจกรรมการผลิตไฟฟ้า ฝุ่นละอองขนาดเล็กละเอียด (ultrafine particulate matter, PM_{2.5}) หมายถึง อนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 2.5 ไมโครเมตร ที่ประกอบไปด้วยอนุภาคของแข็ง ของเหลว แก๊ส หรืออนุภาคที่มีการผสมกันระหว่างองค์ประกอบมีเป็นทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยมีแหล่งที่มาได้ทั้งแบบที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือตามธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น ฝุ่นดินทรายและละอองไอเกลือจากทะเล สารกัมมันตรังสี และอนุภาคที่ถูกปล่อยออกมาในระหว่างการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแข็งและของเหลว การสันดาปของเครื่องยนต์ในยานพาหนะ โดยมีขนาดของอนุภาคและองค์ประกอบแตกต่างกันไปตามประเภทของแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

ดังนั้น เพื่อให้เกิดแนวทางการดำเนินการที่เหมาะสมต่อสถานการณ์มลภาวะทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือ โครงการพัฒนาระบบจำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} และมลภาวะทางอากาศ จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาคุณลักษณะองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} จากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์จากข้อมูลทั้งหมดอย่างเป็นระบบ รวมถึงการศึกษาร่วมกับข้อมูลทางอูดุณิยวิทยา เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถจำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} และมลภาวะทางอากาศ เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการแพร่กระจายและเอกลักษณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} ที่แตกต่างกันตามแหล่งที่มาของฝุ่นละออง

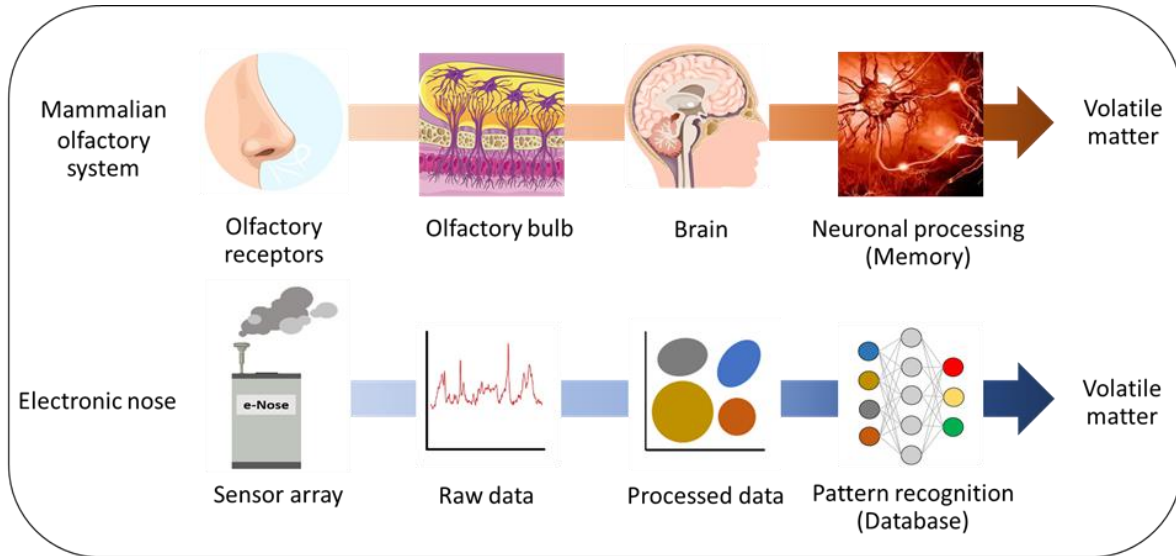
ทีมวิจัยนาโนเทคอาศัยหลักการของเทคโนโลยีจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ (electronic nose, e-Nose) ในการพัฒนาระบบเครื่องมือในการวิเคราะห์จำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} และมลภาวะทางอากาศ ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่การรับรู้ปริมาณสารระเหยแก๊สเซ็นเซอร์ (gas sensor) อุปกรณ์ตรวจวัดค่าฝุ่นละออง ระบบรับสัมผัสการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ ร่วมกับการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางของคอมพิวเตอร์ และระบบการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจดจำรูปแบบ (pattern) เพื่อตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} อย่างง่ายหรือซับซ้อน โดยเลียนแบบการจำแนกการรับรู้ของมนุษย์ โดยจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ประกอบไปด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

แก๊สเซ็นเซอร์ ทำหน้าที่รับสัมผัสควัน ฝุ่นละออง และโมเลกุลสารระเหย คล้ายคลึงกับระบบประสาทในการรับรู้กลิ่นของจุ่มกมนุษย์

หน่วยประมวลผลกลางของคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ประมวลผล คล้ายคลึงกับการทำงานของสมองมนุษย์

วิธีการทางคณิตศาสตร์สำหรับการประมวลผลสัญญาณ ด้วยหลักการการจดจำรูปแบบหรือการวิเคราะห์หลายตัวแปร แล้วพัฒนาเป็นโปรแกรมประมวลผล ทำหน้าที่คิดวิเคราะห์ร่วมกับหน่วยประมวล เกิด

เป็นสมอองกลในการประมวลผลข้อมูลจากแก๊สเซ็นเซอร์เพื่อแยกแยะจำแนกฝุ่นละอองที่แตกต่างกันและสามารถบันทึกเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลได้

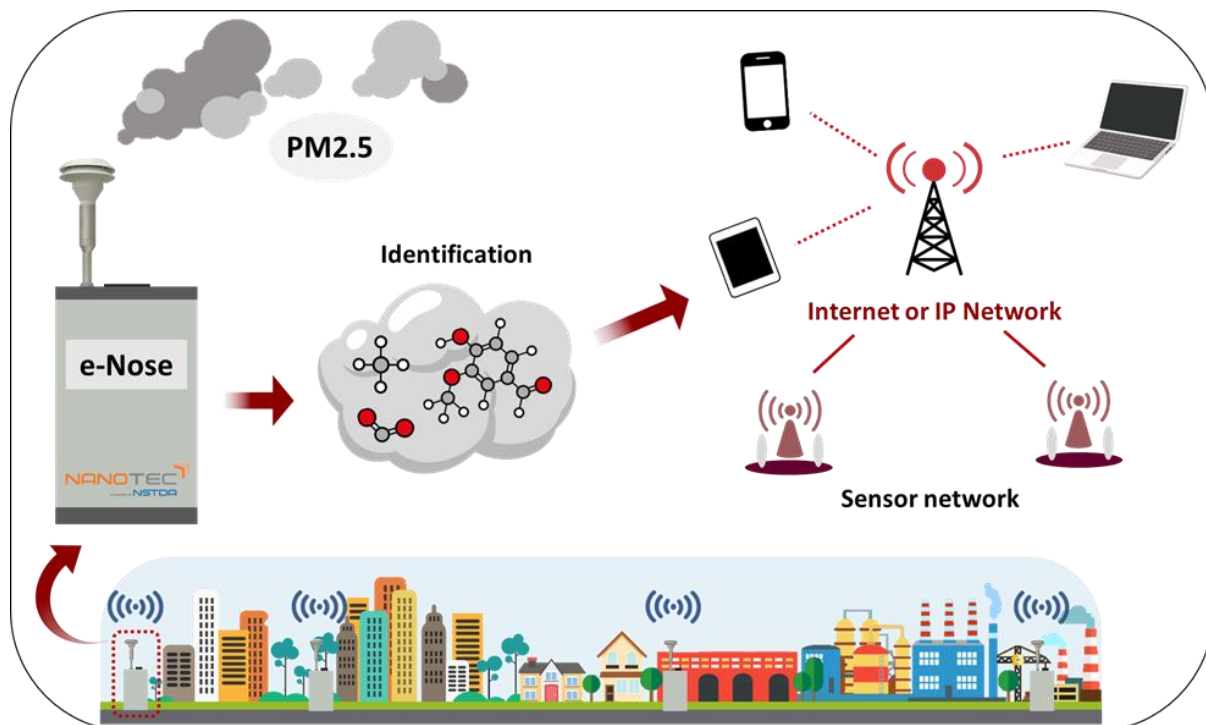


รูปที่ 1 หลักการพัฒนาระบบเครื่องมือระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์

ดร.รุ่งโรจน์และทีมพัฒนา “ระบบต้นแบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์จำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และมลภาวะทางอากาศ” ซึ่งผลลัพธ์จากการวิจัยและพัฒนาในโครงการนี้สามารถสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ที่แสดงข้อมูลเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ พฤติกรรมการแพร่กระจาย รวมถึงการสร้างนวัตกรรมด้านเครื่องมือที่สามารถจำแนกตรวจติดตาม การวิเคราะห์ การแจ้งเตือนเกี่ยวกับมลภาวะทางอากาศทางด้านฝุ่นละออง ประกอบด้วย ระบบต้นแบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์จำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และมลภาวะทางอากาศ ติดตั้งครอบคลุมพื้นที่รวม 9 สถานี เพื่อใช้ในการตรวจติดตามมลภาวะทางอากาศผ่านระบบ IoT โดยสร้างเป็นองค์ความรู้เพื่อการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในการลดผลกระทบในเชิงปริมาณที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและการป้องกันต่อไปได้

สิ่งส่งมอบในโครงการประกอบด้วย ระบบต้นแบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์จำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และมลภาวะทางอากาศ จำนวน 9 เครื่อง และผลการศึกษาวิจัยตัวอย่างฝุ่นละอองที่สามารถแสดงได้ถึงองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็ก การแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กในสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ตามแหล่งที่มา ซึ่งข้อมูลทั้งหมดทำให้เกิดการวางแผนจัดการด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบอย่างยั่งยืน

“เทคโนโลยีจมูกอิเล็กทรอนิกส์ถูกต่อยอดพัฒนาเพื่อรองรับการใช้งานในมิติต่างๆ และหนึ่งในนั้นเกิดเป็นโครงการวิจัยและพัฒนาโครงการพัฒนาระบบจำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และมลภาวะทางอากาศ ร่วมกันระหว่าง กฟผ. และ นาโนเทค สวทช. โดยงบประมาณของโครงการวิจัย ที่ได้รับอนุมัติรวมทั้งสิ้น 8.4 ล้านบาท สร้างผลกระทบ (Impact) ให้กับประเทศไทยทั้งในด้านการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม สังคม การท่องเที่ยว และ สิ่งแวดล้อม” ดร.รุ่งโรจน์กล่าว



รูปที่ 2 ระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์จำแนกตรวจติดตามฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และมลภาวะทางอากาศ