وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات شرکت ارتباطات زیرساخت	**عنوان مقاله: کاربردهای مختلف از اینترنت اشیاء در شهر هوشمند و کشاورزی** اداره کل/دفتر: توسعه سرمایه انسانی رشته شغلی: کارشناس مسئول هماهنگی و اجرای دوره های آموزشی مدرک و رشته تحصیلی: کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک تهیه کننده: زهره پازکی
این قسمت توسط دبیرخانه کمیته علمی تکمیل می-گردد.	شماره مقاله: حوزه کاربردی:

چکیده

با استفاده از پتانسیل اینترنت اشیاء و تلفن های هوشمند، می توان شهرهای سنتی را به شهرهای هوشمند تبدیل کرد. موفقیت در مأموریت شهر هوشمند، کاملاً به مردم محول شده است و بنابراین باید طبیعت از پایین به بالا داشته باشد. این مقاله به معرفی چند کاربرد اینترنت اشیاء در شهر هوشمند و کشاورزی پرداخته است و هدف از آن اتصال شهروندان، داده ها، دانش و خدمات مرتبط با اینترنت اشیاء و همچنین برنامه های مبتنی بر گوشی های هوشمند می باشد. تمام برنامه های کاربردی برای شهر هوشمند در سه گروه، طبقه بندی شده است. مبتنی بر IoT[1]، مبتنی بر IoT و گوشی های هوشمند و سومین دسته، گوشی های هوشمند به عنوان برنامه های مبتنی برIoT می باشد. از جمله کاربردهای مهم دیگر اینترنت اشیاء، حوزه کشاورزی است که به بهبود کیفیت نهایی محصول و حفاظت از منابع مورد نیاز برای مزرعه‌داری همچون آب، آفت کش‌ها، کودها و غیره کمک کرده، در نتیجه باعث می‌شود تا یک نظارت واقعی بر محصولات صورت گیرد.

کلید واژه: اینترنت اشیاء، لایه ادراک، لایه شبکه، لایه برنامه، Fog ، Cloud

۱ – مقدمه

اینترنت اشیاء یک نوع از گسترش و توسعه فناوری شبکه، بر اساس تکنولوژی اینترنت می باشد. به هر گونه اشیاء متصل به اینترنت که به تبادل اطلاعات و برقراری ارتباط برای تحقق بخشیدن به شناسایی و تشخیص هوشمند ردیابی و جهت گیری، نظارت و مدیریت از طریق اطلاعات تجهیزات جانبی و محیطی، IoT گفته می شود [۱]. در این تکنولوژی، اطلاعات در هر نقطه و در هر زمان برای اشیاء با استفاده از ابزارهای ادراکی مانند RFID[2] [۲] ، بارکد دو بعدی، دوربین، سنسور، شبکه های حسگر و غیره جمعآوری شده و از طریق اینترنت و شبکه های ارتباطی به کاربر و یا اپراتور هوشمند جهت تجزیه و تحلیل داده ها، منتقل شده و در نتیجه می توان اشیاء مذکور را مدیریت و کنترل کرد. از جمله پرکاربردترین استفاده از اینترنت اشیاء، خانه ها و هتل های امروزی می باشند که دارای سیستم های متنوعی از قبیل سیستم تهویه هوا، خدمات تلفنی، امنیت، سرمایش و گرمایش، روشنایی و غیره هستند. به عنوان مثال، روشن و خاموش کردن از راه دور لوازم خانگی به منظور پیشگیری از حوادث ناگوار و صرفه جویی در مصرف انرژی، از طریق این تکنولوژی امکان پذیر است. اینترنت اشیاء برای بسیاری از شرکت های تجاری و فروشگاه ها نیز بسیار موفق عمل کرده و نشان داده است که می‌توان آینده ای روشن برای این تکنولوژی در حوزه تجارت متصور بود. در این مقاله سعی شده است، برخی از کاربردهای اینترنت اشیاء در شهر هوشمند و کشاورزی بررسی شود.

۲ – برنامه های کاربردی شهر هوشمند

برنامه های کاربردی شهر هوشمند را می توان به سه گروه گسترده تقسیم کرد. دسته بندی اول شامل برنامه های مبتنی بر IoT با استفاده از دستگاه های سنجش، دسته بندی دوم شامل برنامه های مبتنی بر IoT و گوشی های هوشمند و دسته بندی سوم شامل گوشی های هوشمند به عنوان برنامه های مبتنی برIoT می باشد.

[1] Internet of Things
[2] Radio-Frequency Identification

در این بخش، سه دسته بندی در یک کلاس درس هوشمند توصیف می شوند که شامل برنامه های کاربردی کلاس درس هوشمند، نظارت بر کیفیت هوا در کلاس و نظارت بر سطح سر و صدای کلاس می باشد.

۲–۱ - کلاس درس هوشمند: برنامه مبتنی بر IoT

در یک سناریوی دانشگاه هوشمند، ایجاد کلاس درس هوشمند از اهمیت ویژه ای برخوردار است. همچنین می تواند به عنوان بخشی از یک ساختمان هوشمند در نظر گرفته شود[۳]، که می تواند به طور قابل توجهی محیط سازمانی و همچنین امکاناتی را که در اختیار دانش آموزان، معلمان و نهاد اداری قرار می گیرد، بهبود بخشد. بنابراین، هدف اصلی این برنامه استفاده از منابع کلاس به صورت مطلوب و در عین حال حفظ راحتی مردم (دانش آموزان و معلمان) است. با کمک IoT می توان مدیریت منابع مرتبط با کلاس را به صورت خودکار انجام داد. تکنولوژی RFID ، یکی از تکنولوژی های مهم برای برنامه های مبتنی بر IoT است که برای شناسایی خودکار افراد و اشیاء استفاده می شود. یکی دیگر از فناوری های بنیادی WSN[۱] ها هستند که متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگر بوده و در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. در کنار این ها، بسیاری از فناوری های دیگر مانند Zigbee، بلوتوث، وای فای، شبکه های تلفن همراه، محاسبات ابری از IoT پشتیبانی می کنند تا چنین برنامه هایی ساخته شوند.

نمونه اولیه ای از کلاس ساده و کم هزینه، با استفاده از این فناوری ها ساخته شده است. ادغام IoT ، Fog و Cloud با استفاده از سخت افزار و نرم افزار منبع باز انجام می شود. در این برنامه، وسایل برقی مانند لامپ و پنکه کلاس، فقط با استفاده از تلفن هوشمند یا هر دستگاه متحرک (مانند tabletوlaptop) و یا حتی با یک PC ،کنترل می شوند. کلاس هوشمند پیش بینی شده، از ورودی هوشمند مبتنی بر RFID تشکیل شده است. همچنین این نرم افزار، دارای هوش داخلی برای پاسخ با توجه به شرایط محیطی است. به عنوان مثال، روشن کردن چراغ بطور خودکار بر اساس حضور دانش آموزان در کلاس و یا روشن کردن فن، بر اساس دمای فعلی اتاق.

۲ – ۲ - نظارت بر کیفیت هوا (AirSense): برنامه مبتنی بر IoT و گوشی هوشمند

بیشتر برنامه های مبتنی بر تلفن های هوشمند، از طریق جمع سپاری[۲] (حمایت داوطلبانه گروهی از مردم از یک پروژه، فرایند، اجرا یا ایده) و سنسورهای تلفن هوشمند شهروندان استفاده می کنند. با این حال، تعداد معدودی نیز یافت می شوند که ورودی را از سایر دستگاه های حسگر (مانند حسگرهای پوشیدنی) دریافت می کنند اما داده ها از طریق تلفن همراه شهروندان جمع آوری می گردند. در این مقاله، یک برنامه مبتنی بر Crowd sensing در نظر گرفته شده است [۴]. هدف اصلی این نرم افزار، نظارت بر کیفیت هوا است. AirSense شهروندان را ترغیب به مشارکت در یک طرح Crowd sensing می کند [۵] که می تواند Backbone هر شهر هوشمند باشد. ماهیت جمعیتی که در این کار مورد استفاده قرار می گیرد، به عنوان یک سنجش فرصت طلبانه طبقه بندی شده است [۶] که در آنجا، درگیری کاربر برای اطمینان از داده های قابل اعتماد در فواصل منظم، حداقل است. دستگاه کنترل کیفیت هوای قابل حمل (AQMD[۳])، به گونه ای طراحی شده است که برای برقراری ارتباط داده با Cloud، رابط کاربری دستی هوشمند قرار می دهد. AirSense را می توان با توجه به شرایط موجود، برای هر دو سنجش فردی و جمعی استفاده کرد. با کمک سنجش جمعی، AirSense می تواند داده های کیفیت هوا را با وضوح زمانی و مکانی پیشرفته ارائه دهد. برخلاف اندازه گیری های کیفیت هوای سنتی، گران، سنگین اما بسیار دقیق می باشد [۷]. استفاده از AirSense بر اساس سنسورهای کم وزن و کم هزینه، در دنیای امروز بسیار مناسب هستند. مهمتر از همه، مسئله دستیابی به داده های با کیفیت دقیق از نظر کیفیت هوا، از طریق مشارکت مردم در AirSense حاصل می شود. در نسخه فعلی برنامه AirSense ، داده ها از طریق کاربر (داوطلب)، کسی که AQMDو تلفن هوشمند دارد، ثبت شده و جمع آوری می شود. با این حال، هر کاربر ثبت نام شده ای که AQMD حمل نمی

[۱] Wireless Sensor Networks
[۲] Crowd sourcing
[۳] Air Quality Management District

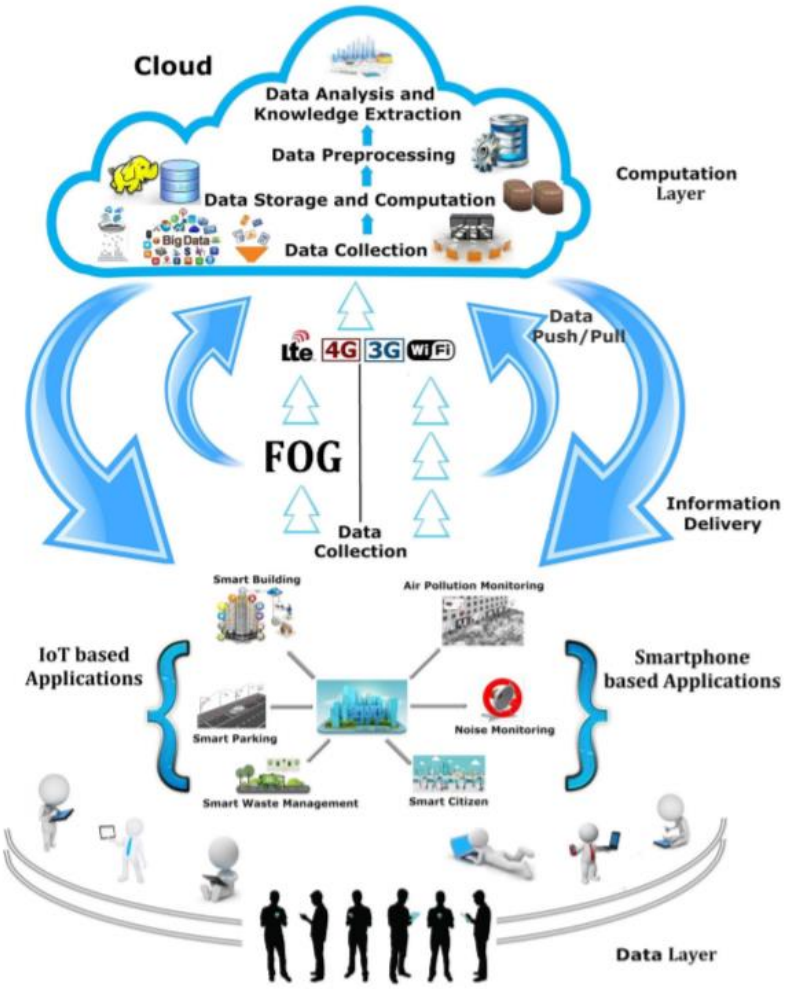
کند، می تواند شاخص کیفیت هوا (AQI)[1] را در یک مکان نزدیک و همچنین AQImap شهر را در تلفن هوشمند خود مشاهده کند.

۲ – ۳ - نظارت بر سر و صدا (NoiseSense): تلفن هوشمند به عنوان برنامه مبتنی بر IoT

این یک گوشی هوشمند مبتنی بر برنامه جمع سپاری است که اساساً از قدرت سنسورهای داخلی گوشی هوشمند و وابسته به تلفن هوشمند، فقط بهره برداری می کند. در این برنامه از میکروفون دستگاه، برای نظارت بر سر و صدا استفاده شده است و داده های خام جمع آوری و برای تجزیه و تحلیل بیشتر، به Cloud ارسال می شود [۸]. ایستگاه های ناکافی در شهر وجود دارد که می توانند نقشه آلودگی صوتی شهر را در اختیار ما قرار دهند اما نمی توانند در معرض آلودگی قرار گرفتن افراد را ارائه دهند. در واقع این سیستم، در معرض قرار گرفتن افراد با سر و صدای محیط که برای چشم انداز شهر و همچنین درک تأثیر آلودگی صوتی بر سلامتی افراد، بسیار مهم است. در این برنامه از تلفن هوشمند استفاده می شود که آنها بطور خودکار در حال جابجا شدن هستند به عنوان مثال، هیچ تلاش اضافی برای شرکت در این برنامه مبتنی بر سنجش جمعیت، نیاز نیست. وقتی داده های کاربر دیگر را در Cloud از شهر جمع می کنیم، یک نقشه آلودگی صوتی از شهر را دریافت می کنیم که برای اقتدار شهر، بسیار مهم است.

۳ - معماری پیشنهادی

معماری منحصر به فرد شهر هوشمند در شکل ۱، به تصویر کشیده شده است که از نسل معماری سرویس دهنده مشتری است [۹].



[1] Air Quality Index

شکل ۱ : معماری برنامه های کاربردی شهر هوشمند[۹]

مفهوم Slicing کاربردهای زیادی در مهندسی نرم افزار دارد که یکی از آنها استفاده مجدد از معماری است [۱۰]. در این مقاله، از معماری Slicing استفاده شده است تا دانش در مورد ساختار سطح بالا برنامه های کاربردی مرتبط با شهر هوشمند را به جای جزئیات اجرایی سطح پایین، برجسته کند. معماری پیشنهادی توصیفی عمومی است که مستلزم رفتارهای برنامه وابسته به شهر هوشمند است. همانطور که قبلاً بحث شد، منابع داده مستقیم یا از طریق تلفن هوشمند و یا از طریق Fog ، به اینترنت متصل می شوند و داده ها را روی سرور Cloud قرار می دهند. برای ارائه خدمات، برنامه ها این داده را در Cloud تجزیه و تحلیل می کنند. این معماری تمام برنامه های کاربردی مبتنی بر شهر هوشمند را به برنامه های IoT یا برنامه های مبتنی بر تلفن های هوشمند یا ترکیبی از هر دو نقشه می برد. در این معماری شهروندان باهوش (جمعیت)، یکی از مهمترین بخش ها به شمار می روند، زیرا تا زمانی که شهروندان باهوش نباشند، برنامه های هوشمند فایده ای ندارند. شهروندان، سنسورها، IoT و تلفن های هوشمند، اجزای اصلی لایه داده هستند (در شکل ۱ نشان داده شده است). اساساً این لایه، داده را تولید می کند و به عنوان لایه داده، ابداع می شود. در واقع این لایه، داده ها را برای برنامه های مبتنی بر شهر هوشمند تولید می کند و همچنین مسئول مصرف خدمات ارائه شده توسط برنامه ها است. با این حال، تفاوت اصلی در معماری این سه کاربرد در هر گروه، حضور لایه Fog است . از این لایه می توان به طور مؤثر برای تجزیه و تحلیل موضعی (محاسبات جزئی) و کنترل بلادرنگ دستگاه های فعال شده IoT (برنامه کلاس هوشمند) استفاده کرد. با این حال، در هر دو مورد برنامه های مبتنی بر IoT و تلفن هوشمند (AirSense)، یا برنامه های مبتنی بر تلفن هوشمند (NoiseSense)، تجزیه و تحلیل موضعی را می توان در داخل تلفن های هوشمند به عنوان گره محاسباتی لبه انجام داد همانطور که امروزه تلفن های هوشمند از قدرت محاسباتی بالایی برخوردار هستند و همچنین نسبتاً باتری با طول عمر بیشتری دارند. علاوه بر این، اکنون تلفن هوشمند از حافظه کافی برای جمع آوری داده های محلی برخوردار است به گونه ای که می تواند قبل از ارسال اطلاعات به Cloud ، با استفاده از اتصال اینترنتی خود، داده ها را برای مدت زمان کوتاه ذخیره کند. مدیریت نیرو نیز می تواند به راحتی در تلفن های هوشمند انجام شود. بنابراین، لایه Fog در مورد برنامه هایی که معمولاً تلفن هوشمند در آن دخیل است، ضروری نیست. سپس، ما به بخش تجزیه و تحلیل داده ها برای برنامه هایی که به طور کلی در لایه محاسبات اتفاق می افتد، می رسیم. این لایه معمولاً برای برنامه های مختلف مبتنی بر شهر هوشمند متداول است و در Cloud از آن مراقبت می شود. برای هر برنامه مبتنی بر IoT ، موردی که معمولاً مشترک است، وجود سنسورهای مختلفی است که در واقع محیط را حس می کنند. این سنسورها محیط را حس می کنند و این داده ها را برای محاسبات محلی به دروازه Fog می فرستند که در واقع دروازه ای به اینترنت است اما دارای قابلیت های محاسباتی و ذخیره سازی است. بخشی از محاسبات در Fog انجام می شود تا در زمان واقعی قرار بگیرد و همچنین به سیستم کمک می کند تا ترافیک اینترنت را کاهش دهد زیرا می تواند تصمیم بگیرد کدام داده اضافی است و کدام یک ضروری است. در معماری پیشنهادی، جمع آوری داده ها و مدیریت انرژی دو مسئولیت اصلی Fog است. اکنون برای تهیه نقشه مشابه در هر محیط کلاس، ما باید اشیاء IoT (اشیاء الکتریکی هر اتاق استاندارد) را فعال کنیم. برای اینکه آنها را به اشیاء IoT تبدیل کنیم، باید قدرت سنسور، پردازنده (کم مصرف) و یک روش ارتباطی (معمولاً بی سیم) ارائه گردد.

در برنامه های کاربردی زندگی واقعی هوشمند، این اشیاء ممکن است مستقیماً به تلفن های هوشمند یا در نزدیکی دستگاه های دروازه اینترنت، وصل شوند. نمونه اولیه با استفاده از Arduino Uno ، سنسورها، ماژول بلوتوث، ماژول WiFi ، سرور دروازه مه، بستر Cloud (برای ذخیره، تجزیه و تحلیل داده های آنلاین) ساخته شد تا وسایل برقی کلاس از هر نقطه در این دنیا کنترل شود. سیستم کلاس هوشمند پیشنهادی همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، به عنوان معماری سه لایه (IoT slicing) طراحی شده است. شرح هر لایه در زیر آورده شده است:

۱ . لایه IoT در لایه ۱، قابلیت های سنجش و ارتباطات در اشیاء فیزیکی محیط گنجانده شده است تا آنها را برای IoT آماده کند. از میکروکنترلر برای کنترل موارد مجهز به سنسورها و واحدهای ارتباطی استفاده می شود. اکنون، این اشیاء می توانند محیط را حس کنند و همچنین می توانند با دستگاه های دیگر با استفاده از بلوتوث یا WiFi ارتباط برقرار کنند. در برنامه کلاس هوشمند، چندین اشیاء از این دست ممکن است در مجاورت یکدیگر وجود داشته باشند. بنابراین برای مدیریت گروهی از دستگاه های الکتریکی ولتاژ بالا بوسیله Arduino ، از ماژول رله استفاده شده است.

۲ . لایه Fog در لایه ۲ ، سرور دروازه Fog برقرار شده است، که می تواند براساس داده های سنسور، تصمیم محلی را بگیرد. این لایه وظیفه جمع آوری، انتقال و پیش پردازش داده ها را بر عهده دارد. همچنین به عنوان یک دروازه اینترنت کار می کند که در واقع IoT را با استفاده از VPN به اینترنت متصل می کند.

۳ . لایه Cloud در لایه ۳ ، داده ها از لایه Fog برای ذخیره و محاسبه به Cloud منتقل می شوند. در اینجا، یک دیتا بیس برای سرور Cloud نگهداری می شود، که برای ذخیره داده های سنسور برای کنترل IoT یا انجام برخی اقدامات بر اساس تجزیه و تحلیل داده های حس شده یا براساس نیاز کاربر از تلفن های هوشمند یا رایانه استفاده می شود.

برای برنامه های مبتنی بر تلفن های هوشمند که شامل برنامه های مربوط به IoT و همچنین در مواردی است که تلفن هوشمند بخشی از سیستم برای اهداف محاسباتی است، همانطور که در ابتدا گفته شد، نیازی به Fog در معماری نداریم، زیرا این محاسبات را می توان در تلفن هوشمند انجام داد. حتی اگر Fog در ساختار موجود باشد، به عنوان دروازه اینترنت کار خواهد کرد. در اینجا AirSenseیا NoiseSense با معماری عمومی نقشه برداری شده (گوشی هوشمند) در شکل ۱ نشان داده شده است. تفاوت اصلی در اینجا این است که، چون تلفن های هوشمند توانایی محاسبات، ارتباطات و سنجش قابل ملاحظه ای را دارند، می توان جمع آوری داده ها و پردازش داده ها را نیز در خود تلفن هوشمند انجام داد. بنابراین دو لایه عملکردی غالب عبارتند از: لایه داده و لایه محاسبه (Cloud).

۴ - مدیریت اطلاعات

داده مهمترین قسمت از برنامه کاربردی شهر هوشمند است. داده های حسگرهای تلفن های هوشمند یا دستگاه های سنجش IoTدر مناطق وسیعی از مناطق جغرافیایی به همراه داده های تولید شده به دلیل مشارکت شهروندان، به طور قابل توجهی افزایش می یابد. مراحل عمده مدیریت داده ها در سیستم پیشنهادی در اینجا مورد بحث قرار گرفته است. این یک بخش مشترک برای همه برنامه های کاربردی مرتبط با شهر هوشمند است.

(a) جمع آوری داده ها: در چارچوب پیشنهادی منابع داده (تلفن های هوشمند، تبلت ها، اشیاء موجود در IoT) در ردیف پایین قرار دارند و Cloud در ردیف فوقانی است. بنابراین، عملکردها نیز از این طریق تقسیم می شوند. داده های ایجاد شده و جمع آوری شده توسط دستگاه های تلفن همراه، در Cloud ذخیره می شوند. برنامه های کاربردی تلفن همراه مبتنی بر Androidبرای برنامه های پیشنهادی توسعه داده شده است. همچنین، کاربران می توانند تجربیات فردی را از طریق تلفن هوشمند خود انجام دهند.

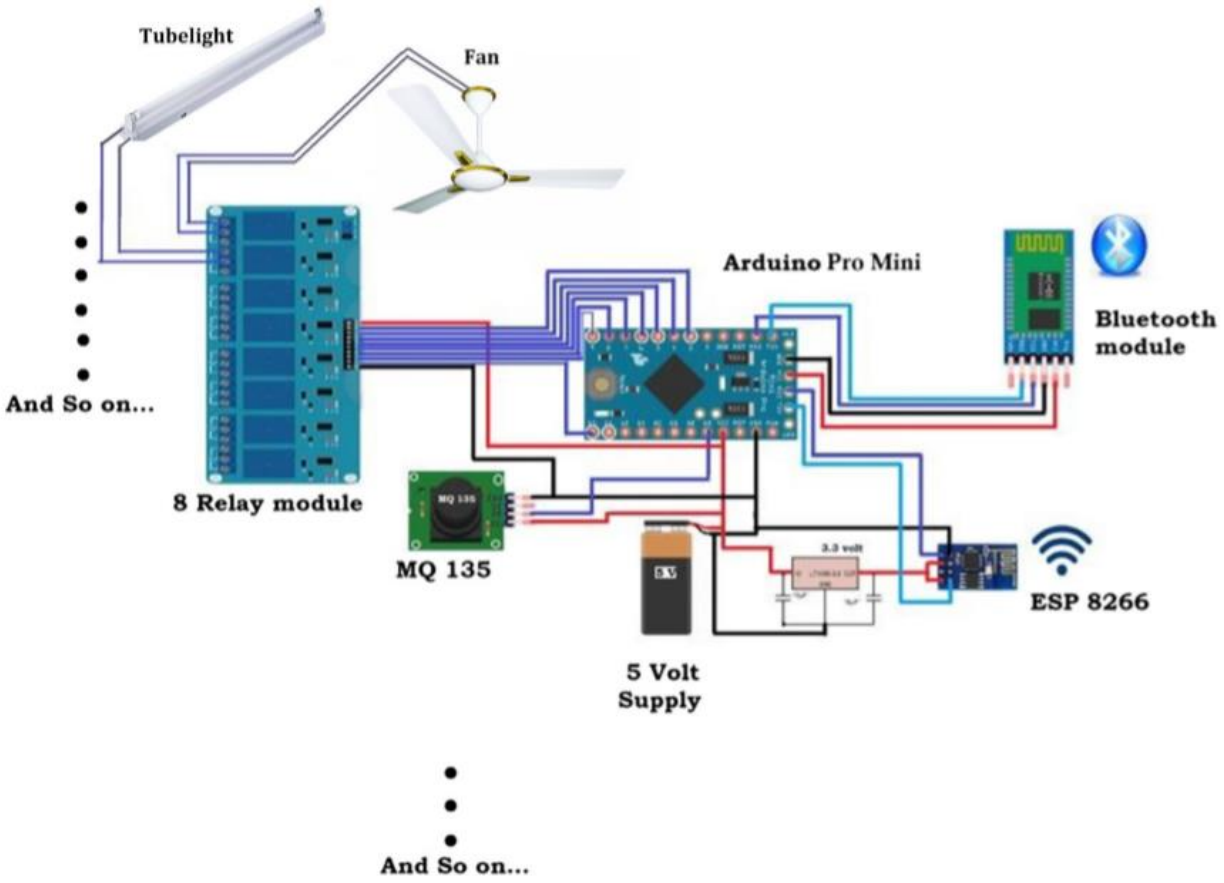
(b) پردازش داده ها: پس از دریافت داده های خام از دستگاه های تلفن همراه، باید این داده ها را قبل از تجزیه و تحلیل بیشتر یا داده کاوی پردازش کنیم. از آنجا که داده ها به احتمال زیاد ناقص خواهند بود، حاوی ناسازگاری ها و افزونگی ها هستند و ممکن است به طور مستقیم برای فرآیند داده کاوی کاربرد نداشته باشند. در واقع، پردازش داده ها یک مرحله مهم از کشف دانش از پردازش داده ها (KDD)[۱] است که می تواند کاربر را قادر به پردازش داده های پیچیده کند. پاکسازی داده ها از طریق برنامه نویسی به صورت تعاملی انجام می شود.

(c) پردازش داده ها و تجزیه و تحلیل داده ها: اکنون، سیستم پیشنهادی می تواند پس از پردازش داده ها به صورت موقت، داده ها را پردازش کرده و در زمان واقعی به کاربران پاسخ دهد. نیاز ما در اینجا تهیه تسهیلات ذخیره سازی برای همه این زمان واقعی و حجم زیادی از داده ها است. در این مقاله از Paas[۲] استفاده شده است که محیطی برای ذخیره، جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده های حسگر ذخیره شده در سرور Cloud را فراهم می کند. در واقع، ذخیره و محافظت از داده ها و در دسترس بودن آن، نیاز به مدیریت داده های سنگین دارد. تجزیه و تحلیل، شامل تکنیک های مختلفی برای ایجاد الگوها و روابط در داده ها است. در حال حاضر، تمرکز بیشتر برای تحقق بهتر به پاسخگویی به نیازهای شهروندان و همچنین ساخت سیستم های هوشمند برای شهر هوشمند، پیش بینی شده است.

[۱] Knowledge Discovery from Data Process
[۲] Platform as a Service

۵ - پیاده سازی

کلاس درس هوشمند: در این برنامه، شناسایی دستگاه الکتریکی یک بخش مهم است زیرا بسیاری از کلاس های درس در یک ساختمان و چندین طبقه وجود دارند که در هر یک از آنها، چندین وسیله برقی نیز وجود دارد. بنابراین، برای حل این مسئله، از یک تخته Arduino مجزا برای هر اتاق استفاده شده است و به هر تخته یک ID منحصر به فرد اختصاص داده شده است. حال، برای شناسایی یک وسیله برقی منحصر به فرد، یک Thing-ID تولید می شود که از دو بخش تشکیل شده است، یعنی Board-ID و Pin. در اینجا Pin ، پین تخته Arduino است که در آن دستگاه از طریق رله وصل شده است. برای تحقق عملی کلاس هوشمند، دیاگرام مدار عمومی کلاس هوشمند در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ : دیاگرام مدار عمومی کلاس هوشمند [۹]

کاربران معتبر می توانند با استفاده از اتصال بلوتوث، دستگاه های کلاس را از طریق تلفن هوشمند کنترل کنند. در این مقاله، سرور در Cloud نگه داشته شده تا وضعیت دستگاه هایی را که در برنامه کلاس هوشمند استفاده می شود، ذخیره و به روز کند. وضعیت سوئیچ در برنامه، دوباره با استفاده از مکانیسم تحریک رویداد که در سمت سرور پیاده سازی شده است، نمایش داده می شود. وضعیت هر دستگاه در بانک اطلاعاتی Cloud و همچنین در دروازه Fog ذخیره می شود و هر زمان که تغییری ایجاد شود، به روز می شود. به عنوان مثال، اگر کاربر وضعیت هر دستگاهی را به صورت محلی از طریق برنامه تلفن هوشمند تغییر دهد، اطلاعات با یک کلیک روی یک رویداد، وارد Fog و سپس به Cloud می رود. این تغییر در برنامه Android و PC نیز تأثیرگذار خواهد بود. در هر زمان، درخواست تغییر وضعیت برای هر دستگاه IoT از راه دور وجود دارد که آن درخواست به سرور Cloud ارسال می شود و سرور این درخواست را به سرور Fog منتقل می کند و در نتیجه درخواست تغییر وضعیت IoT را برای دستگاه های فعال شده IoT ایجاد می کند. به طور مشابه، وقتی وضعیت دستگاه فعال شده IoT در واقعیت تغییر می کند، سپس وضعیت تغییر یافته آن به Fog و همچنین درCloud فرستاده شده و در پایگاه داده نیز به روز می شود و پس از آن این تغییر در برنامه Android دوباره نمایش داده

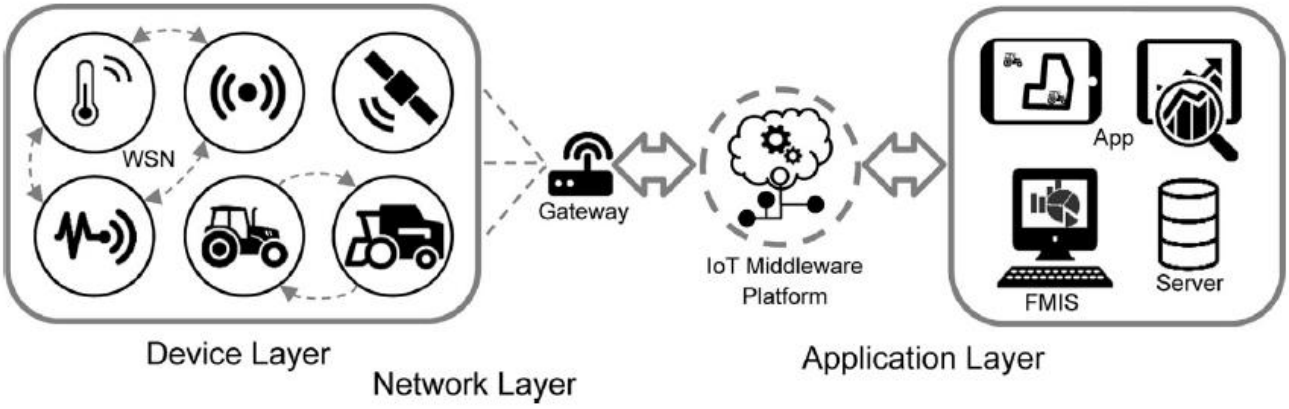
می شود. در معماری پیشنهادی، Fog نقش مهمی را دارد. در این اجرا، از یک گره دروازه به عنوان سرور Fog استفاده شده است. سناریوهایی وجود دارد که می توان از ورود زیادی داده به Cloud جلوگیری کرد و زمان واکنش کلی سیستم ها را کاهش داد. سرور Fog می تواند میزان ترافیک اینترنت را با مدیریت بسیاری از جنبه های محلی با استفاده از قدرت محاسبه و ذخیره سازی آن، کاهش دهد. بنابراین، سیستم را چابک تر و پاسخگوتر (زمان واقعی) می کند.

۶ - اینترنت اشیاء در کشاورزی

اینترنت اشیاء، امکان کشاورزی بهینه را فراهم می کند و منجر به تولید به موقع و مقرون به صرفه تر، مدیریت خوب مزارع و در عین حال کاهش اثرات زیست محیطی می شود. به طور مثال دستگاه هایی می توانند میزان آب دهی به گیاهان و درختان را طوری تنظیم کنند که در مصرف آب صرفه جویی شود و گیاه به مقدار نیازش آب دریافت کند. بهبود کیفیت نهایی محصول و حفاظت از منابع مورد نیاز برای مزرعه‌داری همچون آب، آفت کش‌ها و کودها شده و در نتیجه باعث می‌شود تا یک نظارت واقعی بر محصولات امکان‌پذیر شود.

این بررسی، تحلیلی کاربردی و بالقوه از اینترنت اشیاء در کشاورزی زراعی است. در طول اجرا، با چالش های مختلفی روبرو هستیم. در اینجا قابلیت همکاری، یک مانع مهم اساسی در تمام لایه های معماری سیستم اینترنت اشیاء است که توسط استانداردها و پروتکل های مشترک قابل حل است. چالش هایی از قبیل مقرون به صرفه بودن، مصرف برق دستگاه، تأخیر شبکه، تجزیه و تحلیل داده های بزرگ، حفظ حریم خصوصی داده ها و امنیت از جمله موارد دیگر است که در مقاله هایی مورد بررسی و شناسایی شده و به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است. راه حل های مختلف برای همه چالش های شناسایی شده، ارائه فن آوری هایی مانند یادگیری ماشین[۱]، سیستم عامل های میان افزار و مدیریت داده های هوشمند است.

معمولاً برای بررسی معماری IoT ، سه لایه توصیف می شود. اگرچه برخی از نویسندگان بسته به تعاریفشان، آن را به لایه های بیشتری تقسیم می کنند، با این وجود یک روند کلی برای تقسیم لایه ها به لایه های دستگاه، شبکه و برنامه وجود دارد. در شکل ۳، سه لایه ساختار IoT نشان داده شده است [۱۱].



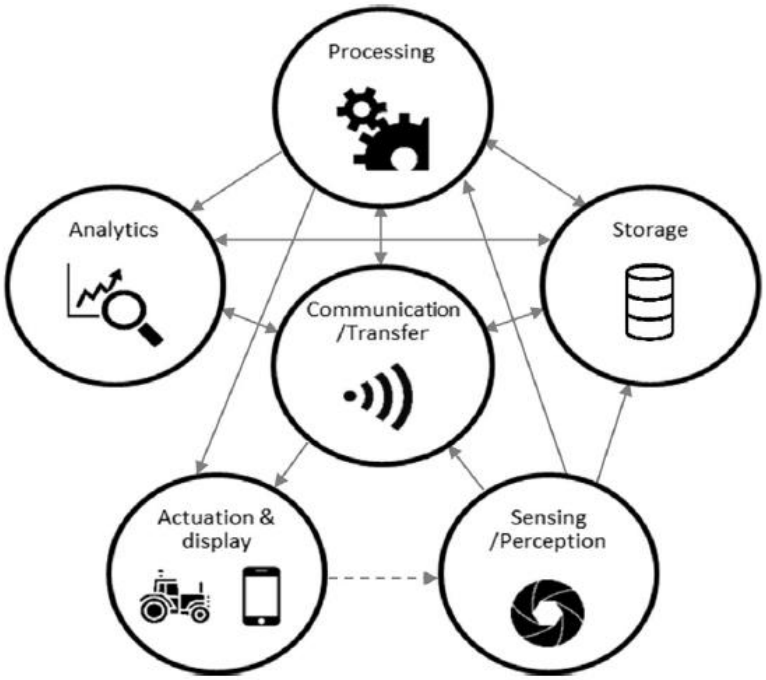
شکل ۳ : سه لایه ساختار IoT [۱۱]

۶ – ۱ - لایه دستگاه

لایه دستگاه از اشیاء فیزیکی تشکیل شده است که قادر به شناسایی خودکار، سنجش یا تحریک و اتصال به اینترنت هستند. لایه شبکه با استفاده از پروتکل های ارتباطی، داده ها را به یک دروازه اینترنت ارتباط می دهد. لایه برنامه عموما دسترسی کاربر نهایی به اطلاعات پردازش و تجزیه و تحلیل شده را ذخیره و تسهیل می کند. داده های جمع آوری شده، مراحل مختلفی را در طی انتقال خود از حسگرها به Cloud ، رابط ها و گهگاه محرک ها تجربه می کنند و این مراحل تأثیر قابل توجهی در فن آوری های بکار رفته در

[۱] Machine learning

زمینه IoT دارند. شش مرحله اصلی در مورد جریان داده ها (شکل ۴) مورد بررسی و شناسایی شده است: سنجش و ادراک، ارتباطات و انتقال، ذخیره سازی، پردازش، تجزیه و تحلیل، فعال سازی و نمایش.



شکل ۴ : داده های مختلف کشاورزی در مزرعه زراعی [۱۱]

معمولاً سنجش مرحله اول است که داده ها توسط سنسورها ضبط می شوند و سپس داده ها می توانند مسیرهای مختلفی را طی کنند و لزوماً تمام مراحل ذکر شده را طی نمی کنند. به طور خلاصه، داده های IoT مشخص می شوند که از طریق سه فرآیند اصلی جمع آوری یا تولید می شوند. داده های تولید شده توسط ماشین که از دستگاه های سنجش ایجاد می شود، داده های تجاری ناشی از فرآیندهای تجاری ، منابع انسانی (ضبط شده توسط انسان و بعدا دیجیتالی شده است). این منابع مختلف در چگونگی پردازش، تجزیه و تحلیل و استفاده از داده ها در راه حل های IoT تأثیر دارند و این امر باید در فرایند کلی برنامه ریزی جمع آوری داده ها، در نظر گرفته شود.

لایه دستگاه، لایه ادراک، سنجش و فیزیکی نیز نامیده می شود و دستگاه ها از یک فرستنده، میکروکنترلر، مدار رابط، یک یا چند سنسور و محرک تشکیل شده اند. سنسور یک پارامتر فیزیکی به عنوان مثال دمای هوا را اندازه گیری می کند و به یک سیگنال آنالوگ معادل تبدیل می کند. ولتاژ و جریان الکتریکی توسط یک مدار رابط (مثلا مبدل آنالوگ به دیجیتال) به فرمت دیجیتال تبدیل می شود.

میکروکنترلرها داده ها را با فرمت دیجیتالی از یک یا چند سنسور جمع آوری می کنند و آنها را به فرستنده (ماژول ارتباطی بیسیم) ارسال می کنند و در نهایت داده ها را به یک دروازه ارتباطی می دهند. سیگنال توسط گیرنده دریافت می شود و به میکروکنترلر وصل می شود و سپس توسط یک مبدل دیجیتال به آنالوگ، به سیگنال آنالوگ تبدیل می شود. در کشاورزی زراعی، هنگامی که از داده های ماشین آلات کشاورزی استفاده می شود، یعنی داده های سنسورها و دستگاه های سوار شده بر روی تراکتور یا سایر ماشین آلات کشاورزی، با فرمت دیجیتالی معمولاً جمع آوری شده و در دسترس کنترل کننده شبکه قرار می گیرد، اگرچه در بعضی موارد، برخی از داده ها از طریق پورت های دیگر قابل دسترسی هستند. اطلاعات مربوط به عملکرد دستگاه و کاربر از طریق

سیستم کنترل ماشین و پیاده سازی قابل دسترسی است. از داده ها استفاده می شود تا به اپراتورهای ماشین آلات و مدیران مزرعه امکان نظارت و بهبود بهره وری دستگاه های خود را با استفاده از هشدارهای هوشمند، فراهم کنند.

۶ – ۲ - لایه شبکه

لایه شبکه ابتدا اطلاعات را به یک پلت فرم واسط و در نهایت به اینترنت ارتباط می دهد. وقتی داده ها به پلتفرم واسطی منتقل می شوند، معمولا از فن آوری های ارتباطی بی سیم مانند RFID ، WSN با Zigbee ، Lora[۱] و اخیرا ارتباطات NFC[۲] استفاده می کنند. پلت فرم واسط به طور معمول یک دروازه اینترنت است که در مجاورت دستگاه های متصل قرار دارد، از جمله بعضی اوقات سرور پروکسی که در آنجا داده ها جمع آوری شده و گهگاه پردازش می شود تا اطلاعات از طریق اینترنت به کاربر نهایی با استفاده از استانداردهای MQTT[۳] یا پروتکل های HTML[۴] و XMPP[۵] ارسال شود.

محبوبیت استفاده از دستگاه های هوشمند اندرویدی یا سایر سیستم عامل ها در میان برنامه های کشاورزی افزایش یافته و آنها می توانند به عنوان یک دروازه برای شبکه های 3G و 4G استفاده شوند که اغلب شامل سایر فن آوری های ارتباطی بی سیم مانند بلوتوث، Wi-Fi ، GPRS و NFC هستند. آنها همچنین به طور خودکار با استانداردها و پروتکل های ارتباطی مطابقت دارند و از این طریق قابلیت تعامل افزایش یافته است. بعلاوه Android و سایر دستگاه های هوشمند می توانند شامل سنسورهای دوربین[۶] GNSSو RGBباشند، که به راحتی می توانند برای محاسبه داده ها برنامه ریزی شوند و برنامه های کاربردی رابط کاربری گرافیکی(GUI)[۷] را نمایش می دهند و می توانند در صورت لزوم مستقیماً نرم افزار را به روز کنند. به این ترتیب، اندروید و دستگاه های هوشمند مشابه در هر سه لایه IoT نمایش داده می شوند.

۶ – ۳ - لایه برنامه

لایه برنامه در اینترنت اشیاء بسیار مهم می باشد. در این لایه، چندین سرویس مهم مانند ذخیره سازی داده ها، تجزیه و تحلیل داده ها، دسترسی به داده ها از طریق یک رابط برنامه نویسی کاربردی مناسب (API)[۸] و همچنین احتمالاً یک برنامه نرم افزار رابط کاربری انجام می شود. همچنین ممکن است این لایه شامل سیستم عامل های میان افزار باشد که به پردازش داده های Cloud ناهمگن کمک می کند تا قابلیت همکاری را بهبود بخشند.

۷ - چالش ها و موانع در اینترنت اشیاء

اگرچه موانع بسیار زیادی بر سر راه اینترنت اشیاء وجود دارد که می توانند سرعت رشد و توسعه آن را کاهش دهند، اما سه مورد از برجسته ترین چالش های پیش روی آن شامل پیاده سازی IPv6 ، انرژی مصرفی حسگرها، استانداردها، امنیت و حریم شخصی می باشند.

---

[۱] Long Range
[۲] Near-Field Communication
[۳] MQ Telemetry Transport
[۴] Hyper Text Markup Language
[۵] Extensible Messaging and Presence Protocol
[۶] Global Navigation Satellite System
[۷] Graphical User Interface
[۸] Application Programming Interface

پیاده سازی و بکارگیری IPv6 بدلیل اینکه دستگاه های بیشماری وجود دارند که از آن پشتیبانی نمی کنند، با مشکل مواجه شد که این شرایط تاثیر زیادی بر کاهش سرعت رشد و توسعه اینترنت اشیاء گذاشت. یکی از دلایل مهم علاقه به استفاده از IPv6 ، ظرفیت پیکربندی خودکار و ویژگی های امنیتی بهتر آن است که باعث تسهیل مدیریت شبکه ها می شود [۱۲].

تامین انرژی مصرفی حسگرها و تعویض آنها در سطح کلان و با تعداد زیاد، تقریباً امری محال می باشد در نتیجه یافتن راهی طبیعی و زیست محیطی که از طریق آن، خود حسگرها بتوانند انرژی مورد نیازشان را تولید کنند، همانند کسب انرژی از طریق لرزش، نور، جریان هوا و غیره ، چالشی بزرگ در این حوزه می باشد.

پیشرفت هایی در حوزه استانداردها رخ داده است و سازمانی مانند IEEE پیشرو در جهت شناسایی و رفع مشکلات موجود می باشد.

کاربران زیادی در خصوص خطر افشا و یا سوء استفاده از اطلاعات واهمه دارند. افزایش تعداد اکسس پوینت‌های مورد استفاده نیز می‌تواند این ریسک را افزایش دهد. از طرفی چون در محل استفاده از اینگونه دستگاه ها، معمولا مجموعه ای از دیگر تجهیزات شبکه بکار گرفته می شود، اگر دستگاه های هوشمند مورد حمله امنیتی قرار بگیرند و هک شوند، باعث آسیب پذیری دیگر قسمت های آن شبکه محلی نیز می شود [۱۳].

۸ - نتیجه گیری

مادامیکه دستگاه ها و شبکه ها ارتباط فیزیکی را فراهم می کنند، اپلیکیشن های IoT تعامل دستگاه با دستگاه یا انسان با دستگاه را میسر می کنند. بنابراین دستگاه ها می توانند بر محیط نظارت، مشکلات را شناسایی و با یکدیگر مشارکت کنند. فناوری هایی مانند IoT، تلفن های هوشمند، Fog و Cloud فرصت های بی نظیری را برای تقویت کارایی و بهبود زندگی شهری ارائه می دهند.

هدف اصلی این کار ایجاد یک چارچوب یکپارچه برای برنامه های IoT و مبتنی بر تلفن های هوشمند برای شهرهای هوشمند است و به دلیل افزایش توسعه شهرهای هوشمند، خودروها و خانه های هوشمند، ارتقای زیرساخت های ارتباطی و همچنین استقبال از اینترنت اشیاء رو به رشد است. بنابراین در آینده، حجم عظیمی از داده ها، بر نحوه اداره و مدیریت شهرها حاکم خواهند بود.

جهت تحقیقات آتی، می توان به چالش های مرتبط با مدیریت داده های بزرگ در چارچوب پیشنهادی و کاربردهای دیگر اینترنت اشیاء پرداخت.

مراجع

[1] J. Jin, S. Marusic Gubbi and M. Palaniswami "An information framework for creating a smart city through internet of things", IEEE Internet Things, pp.112–121, 2014.

[2] K. Ashton, "that 'internet of things' Thing", RFID Journal. Retrieved from http://www.rfidjournal.com/articles/ ,2009.

[3] J. Dutta and S. Roy, "IoT-fog-cloud based architecture for smart city: prototype of a smart building", Proceedings of the 7th international conference on cloud computing, data science and engineering (confluence), Noida, pp. 237–242, 2017.

[4] J. Dutta, F. Gazi, S. Roy and C. Chowdhury, "AirSense: Opportunistic crowd-sensing based air quality monitoring system for smart city", IEEE sensors, pp. 1–3, 2016.

[5] J. Dutta, C. Chowdhury, S. Roy, AI. Middya and F. Gazi, "Towards smart city: sensing air quality in city based on opportunistic crowd-sensing", Proceedings of the 18th international conference on distributed computing and networking (ICDCN '17). ACM, Article 42, pp 1–6, 2017.

[6] M. Louta, K. Mpanti, G. Karetsos and T. Lagkas, "Mobile crowd sensing architectural frameworks: a comprehensive survey", 2016 7th international conference on information intelligence systems and applications (IISA), pp 1–7, 2016.

[7] Y. Zheng, F. Liu and HP. Hsieh, "U-Air: when urban air quality inference meets big data", Proceedings of ACM conference knowledge discovery and data mining", pp 1436–1444, 2013.

[8] J. Dutta, P. Pramanick and S. Roy, "NoiseSense: crowdsourced context aware sensing for real time noise pollution monitoring of the city", Proceedings of the IEEE international conference on advanced networks and telecommunications systems (ANTS), Bhubaneswar, pp 1–6, 2017.

[9] J. Dutta, S. Roy and Ch. Chowdhury," Unified framework for IoT and smartphone based different smart city related applications", Microsystem Technologies, 2018.

[10] J. Zhao, "Applying slicing technique to software architectures", Proceedings of the 4th IEEE international conference on engineering of complex computer systems, pp 87–98, 1998.

[11] A.Villa-Henriksen, G. Edwards, L. Pesonen, O. Green and C. Aage Grøn Sørensen, "Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and Potential", bio systems engineering, pp. 60-84 , 2020.

[12] G. Montenegro, N. Kushalnagar, J. Hui and D. Culler, "RFC 4944 Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks", http://tools.ietf.org/html/ rfc4944, 2007.

[13] S. Raza, S. Duquennoy, T. Chung, D. Yazar, T. Voigt and U. Roedig, “Securing communication in 6LoWPAN with compressed IPsec”, Proceedings of IEEE 7th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems, pp. 1–8, 2011.