



## شبکه‌ی حس گر بی سیم در اینترنت اشیا و عصر رایانش ابری

# Wireless sensor networking in the internet of things and cloud computing Era

میثم پناهی<sup>۱\*</sup>، علی یاراحمدی<sup>۲</sup>

meysam panahi, Al i Yarahnadi

۱ کارشناس ارشد فناوری اطلاعات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر

۲ گروه کامپیوتر دانشکده فنی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر

### چکیده

در گذشته تحولات توپولوژیکی بسیاری، شامل انتقال از عصر آنالوگ به دیجیتال و از راه‌حل‌های سیم‌کشی شده مرکزی به سیستم‌های بی‌سیم فراگیر، مشاهده کرده‌ایم. خصوصاً، ظهور دستگاه‌های گیرنده و فرستنده‌ی کم‌هزینه و کم‌قدرت، به همراه توسعه‌ی پشته‌هایی با اندازه‌ی جمع و جور و استاندارد باز، شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم (WSN) را ممکن ساخته که برای خانه و دفتر کار و برنامه‌های نظارت صنعتی پذیرفته شده‌اند. امروزه، هدف بلندپروازانه، نمونه‌برداری، جمع‌آوری و تحلیل هر قسمت از اطلاعات اطرافمان، برای بهبود کارایی تولید و تأمین اعتبار مصرف منابع بهینه است. «اینترنت اشیا» (IOT) یعنی توانایی اتصال هر دستگاه ممکن به وب گسترده‌ی جهانی، یک جواب عملی به این درخواست است. در نتیجه اطلاعات بسیار زیادی که تولید می‌شوند، می‌توانند به طور مفید با استفاده از سرویس‌های «ابر»<sup>۲</sup> مانند چهارچوب‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری قابل انعطاف که می‌توانند محاسبات را به عنوان یک سرویس اجرا کنند، کنترل شوند. هدف از این کار، از سرگیری به نفع یا بر علیه تکنولوژی‌های WSN پذیرفته شده است که امتداد آن‌ها به سمت سرویس‌های ابری موجود را پیشنهاد می‌کند.

**کلمات کلیدی:** شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم، ارتباطات زمان واقعی، مصرف توان کم.

<sup>1</sup> The internet of things

<sup>2</sup> Cloud service



## ۱. مقدمه

در گذشته، وجود پردازنده‌ها/ریزپردازنده‌های کم هزینه اجازه‌ی ظهور حس‌گرهای هوشمند را داده بود، دستگاهی که نه تنها قابلیت تبدیل مقدار مورد توجه را داشت، بلکه می‌توانست پس‌پردازش‌هایی را روی داده‌ی خام برای استخراج اطلاعات مقید انجام دهد. در نتیجه، ممکن بود بر برخی محدودیت‌های طبیعی از عنصر حس‌گر (غیر خطی بودن) فائق آید و بازخوانی معیار در یک فرمت دیجیتال (مثلاً بهبود مصونیت نویز)، آمادگی برای استفاده شدن توسط کنترل‌کننده‌ها، عملگرها و غیره را فراهم کند. گام واضح بعدی، پذیرش یک واسط ارتباطی (دیجیتال) بود که اجازه‌ی تسهیم‌سازی یک واسط ارتباطی یکتا را توسط دستگاه‌های مختلف و نوع اطلاعات می‌دهد. راه‌حل‌های معیار از یک روش متمرکز، که بسیاری از حس‌گرهای متصل آنالوگ با یک استفاده‌ی مرکزی و سیستم پردازش، به سوی یک روش توزیع شده، که «هوشمندی» به طور کامل در شبکه پخش شده است، نتیجه شده‌اند. بعداً، نه تنها بازخوانی معیار، بلکه داده‌ی کمکی، مانند تشخیص، می‌تواند از راه دور در دسترس باشد. اما، با وجود کاهش کابل‌بندی ناشی از انتقال‌های دیجیتال به وسیله‌ی گذرگاه<sup>۳</sup>، سرحد واقعی، حذف تمام سیم‌ها، کمینه‌کردن هزینه‌ی تأسیسات و تشخیص است. در واقع، وجود واسط رادیویی کم توان و کم هزینه، اجازه‌ی جایگزینی دستگاه‌های سیم‌دار قدیمی با دستگاه‌های بی‌سیم را بدون افت محسوس عملکرد قابل دستیابی می‌دهد. در واقع محدودیت اصلی، تعادل بین تأخیر و طول عمر اختصاص یافته توسط مقدار منابع توان مدار محدود (اغلب پیاده‌سازی شده توسط باتری‌های ابعاد کوچک)، به دلیل نیاز به یک دستگاه مستقل است.

در این مقاله یک بررسی اجمالی از V&N ها را انجام می‌دهیم و سپس توضیحی از سرویس‌های رایانش ابری و پیوستگی آن با V&N ها را ارائه داده و در نهایت، مثالی با استفاده از «آزمایش حساسیت<sup>۴</sup>» شامل سناریویی که دستگاه‌های هوشمند و انسان‌ها به عنوان حس‌گر استفاده می‌شوند، نشان داده شده است.

## ۲. حس‌گرهای بی‌سیم و شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم: بررسی اجمالی

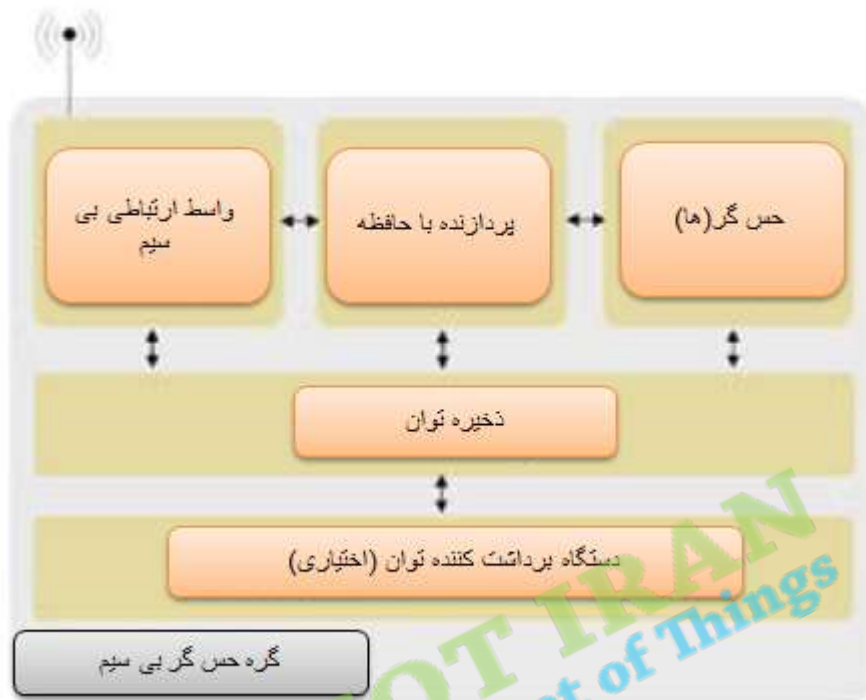
به طور کلی یک شبکه‌ی حس‌گر بی‌سیم می‌تواند به عنوان مجموع حس‌گرهای مستقل، با فاصله‌های توزیع شده تعریف می‌شود که با یک نظارت فیزیکی یا کمیت‌های محیطی (مانند دما، صدا، لرزش، فشار، آلودگی، ...) کار می‌کنند [۱]. در اصل، با انگیزه‌ی ایجاد شده توسط برنامه‌های نظامی، مانند نظارت در میدان جنگ، V&N ها امروزه در بسیاری از طرح‌های برنامه‌ی شخصی، شامل خانه و اتوماسیون ساختمان، نظارت سلامتی، محیط و نظارت محل سکونت، کنترل ترافیک و بسیاری از برنامه‌های دیگر به طور گسترده پراکنده شده است. حتی یک دنیای محافظه‌کار قدیمی، مانند یک دستگاه خودکار صنعتی، تحت تأثیر V&N ها قرار گرفته‌اند [۲]. خصوصاً، دو پروتکل استاندارد (مانند HART بی‌سیم، ارائه شده توسط کنسرسیوم HCF و ISA۱۰۰.۱۱a ارائه شده توسط انجمن ISA) که در چند سال اخیر پیشنهاد شده‌اند، عمده‌اً برای نظارت و کنترل پردازش طراحی شده‌اند [۳]. هر گره در شبکه‌ی حس‌گر بی‌سیم، معمولاً مجهز به یک حس‌گر (کمیت فیزیکی را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند)، یک ریزکنترل‌کننده‌ی کوچک (فراهم

<sup>3</sup> bus

<sup>4</sup> Sensibility Test bed



کننده ی مبدل آنالوگ به دیجیتال و قابلیت ذخیره سازی و محاسباتی)، یک دستگاه فرستنده ی رادیویی (برای ارائه ی قابلیت ارتباطات بی سیم) و یک عنصر منبع/ذخیره ی انرژی محلی (معمولاً به صورت باتری الکتروشیمیایی) می باشد [۱]. یک برداشت کننده ی توان اختیاری یا رباینده نیز می تواند نمایش داده شود، که هدف آن تبدیل انرژی یک منبع خارجی (مثلاً خورشیدی، حرارتی، باد و انرژی جنبشی، درجه ی شوری) به انرژی الکتریکی و شارژ توان عنصر ذخیره سازی است. یک دیاگرام بلوک ساده شده در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱ دیاگرام بلوک یک گره ی WSN

توسعه ی این شبکه های حس گر بی سیم نیازمند تکنولوژی هایی از سه زمینه ی تحقیقاتی مختلف شامل تکنولوژی هایی مربوط به توسعه ی حس گر از دستگاه ارتباطی و دستگاه محاسباتی (نه تنها محدود به سخت افزار، بلکه شامل نرم افزار و الگوریتم ها) است. ترکیب و جداکردن پیشرفت هر یک از این زمینه ها در این فیلد بررسی شده است.

بسته به پیاده سازی واقعی، ابعاد یک گره ی حس گر می تواند از یک جعبه کفش تا یک ذره متغیر باشد. مشابهاً هزینه ی یک دستگاه حس گر می تواند از هزاران دلار تا چند پنی متغیر باشد که عمدتاً وابسته به پیچیدگی حس گر درونی و نیازهای ذخیره/محاسباتی است. برعکس، اندازه و هزینه ی محدودیت های گره ی حس گر، توسط برنامه ی مورد نظر اختصاص یافته و منجر به محدودیت های متناظر در منابع مانند انرژی، توان محاسباتی و پهنای باند و قابلیت ذخیره سازی شده است [۴]. در واقع، اگر دستگاه های حس گر



هوشمند، کوچک و ارزان باشند، آن‌ها می‌توانند به تعداد زیادی تولید و توسعه یابند به طوری که «نمونه‌گیری بالا»<sup>۵</sup> پدیدار شود و عملکرد کلی را با بهره‌گیری از قابلیت‌های همکاری بهبود یابد. چنین تعداد زیادی از چنین گره‌های حس گر بی‌سیم شاید با تبادل با دیگران یک شبکه‌ی حس گر تشکیل دهد. حس گرهای بسیار متفاوتی مانند فشار، لرزش، نوری، حرارتی، صوتی، حسگر و غیره، می‌توانند با توجه به نظارت همزمان شرایط محیطی در مکان‌های مختلف، اتخاذ شوند. اطلاعات استخراج شده به صورت محلی، می‌تواند برای پردازش بیشتر به یک گره‌ی چاهک<sup>۶</sup> ارسال شوند.

به‌علاوه، قابلیت‌های حس‌گری دستگاه هوشمند در حال بهبود است. برای مثال، یک گوشی هوشمند شامل حس‌گرهایی به عنوان شتاب‌سنج و GPS (سیستم مکان‌یابی سراسری) باشد و می‌تواند این اطلاعات را برای تجمع بیشتر و پردازش با استفاده از واسط‌های بی‌سیم محلی، مخابره کند. در سایه‌ی این دستگاه‌ها، یک انسان می‌تواند احساسات و احتیاجات خود را بیان کند و همچنین به عنوان یک حس‌گر عمل کند (مانند سیگنال شکست در روشنایی خیابان).

برای تکمیل، یک خلاصه از مهم‌ترین عبارت‌هایی که در یک شبکه‌ی حس گر به طور گسترده استفاده می‌شوند، در زیر آمده است:

- حس‌گر: یک مبدل که یک اثر فیزیکی مانند گرما، نور، صدا یا حرکت را به سیگنال الکتریکی یا سیگنال‌های دیگر تبدیل می‌کند که ممکن است توسط دستگاه‌های دیگر پردازش بیشتری روی آن انجام شود.
- گره‌ی حس‌گر: واحد پایه‌ی سازنده‌ی یک شبکه‌ی حس‌گر است. یک پردازنده، یک حافظه، یک واسط بی‌سیم و یک منبع تغذیه‌ی مستقل محلی در آن وجود دارد.
- توپولوژی شبکه: یک گراف، که گره‌های آن گره‌های حس‌گر هستند و یال‌های آن لینک‌های ارتباطی هستند.
- مسیریابی: فرایند ارسال داده در یک مسیر شبکه از گره‌ی منبع به مقصد نهایی آن است.
- منبع: این عبارت برای نشان دادن حس‌گرها، لینک‌های ارتباطی، قابلیت‌های محاسباتی، ذخیره‌ی داده و مقدار انرژی هر گره، استفاده می‌شود.

### ۳. رایانش ابری

تعاریف رسمی بسیاری در دانشگاه و صنعت برای توصیف مفهوم «رایانش ابری» ارائه شده‌اند. یکی از تعاریف معروف که به طور گسترده پذیرفته شده توسط NIST (بنیاد ملی استانداردها و تکنولوژی) [۲] ارائه شده، اظهار می‌کند که «رایانش ابری مدلی برای ایجاد سهولت و دسترسی به شبکه به موقع به یک دسته از منابع قابل تنظیم مشترک (مانند شبکه‌ها، سرورها، حافظه، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) می‌باشد که می‌توانند به سرعت آماده شوند و با کمترین تلاش مدیریتی یا تقابل ارائه‌کننده‌ی سرویس واگذار شوند» [۵]. تعریف دیگری می‌گوید، رایانش ابری عبارتی است که برای توصیف یک سیستم (شامل زیرساخت اساسی) و یک نوع برنامه‌ی کاربردی استفاده می‌شود.

<sup>5</sup> oversampling

<sup>6</sup> Sink node



در یک سیستم رایانش ابری، به جای داشتن سرورهای محلی برای جمع‌آوری و مدیریت اطلاعات به دست آمده از برنامه‌ها، سرورهای راه دور (پایاده‌سازی شده به وسیله‌ی ماشین‌های مجازی یا فیزیکی) به صورت پویا آماده می‌شود و بر اساس نیازهای واقعی پیکربندی می‌شود. به عنوان مثال، اگر یک باد یا فرم خورشیدی را در نظر بگیریم، اطلاعات مربوط به آب و هوای جمع‌آوری شده توسط یک WSN (به عنوان مثال حس‌گرهای باد، بهره‌برداری نور و غیره) می‌توانند همراه با اطلاعات مربوط به شبکه پردازش شوند (مثلاً، به دست آمده از مبدل‌های هوشمند)، تا کارایی تأسیسات را افزایش دهند و نیاز به توان را بهتر فراهم کنند. رایانش ابری همچنین برنامه‌هایی که می‌توانند از طریق اینترنت راه دور در دسترس قرار گیرند را توصیف می‌کند. مراکز داده‌ی بزرگ و سرورهای قدرتمندی مشابه برنامه‌های تحت وب و سرویس‌های وبی که روزانه استفاده می‌کنیم، روزانه از این برنامه‌ها استفاده می‌کنند.

### ۳.۱. خصوصیات رایانش ابری

در ادامه برای تکمیل، مهم‌ترین خصوصیات رایانش ابری به طور خلاصه توصیف شده‌اند:

۱. سرویس‌های بر اساس درخواست<sup>۷</sup>: درخواست‌های مشتریان به طور خودکار بدون دخالت اپراتور انسانی انجام می‌شوند.
۲. انعطاف پذیری درخواست: منابع موجود توسط مشتریان برای نیازهای آن‌ها برای یک دوره‌ی زمانی انعطاف‌پذیر استفاده شده‌اند (یعنی، توافق رسمی برای چنین دوره‌ای وجود ندارد).
۳. انتزاع<sup>۸</sup>: منابع واقعی (سخت‌افزار و/یا نرم‌افزار) از نظر مشتریان پنهان‌اند. مشتریان سرویس، از منابع پیشنهادی توسط ارائه‌دهنده بدون دانستن مکانی که از آن‌جا داده‌ی پردازش شده رسیده یا ذخیره شده، بهره‌مند می‌شوند.
۴. سنجش سرویس: ارائه‌کننده، ابزارهایی برای سنجش استفاده‌ی واقعی (بر حسب معیارهای مناسب تعریف شده) سرویس پیشنهادی در اختیار می‌گذارد.
۵. ادغام<sup>۹</sup> منابع: سرویس‌های موجود، مجموعه‌ای از سرویس‌ها را ایجاد می‌کنند که به طور پویا بر اساس درخواست مشتری به آن‌ها اختصاص می‌یابد.
۶. دسترسی شبکه: برنامه‌ی مشتری می‌تواند به وسیله‌ی یک دسترسی به اینترنت (احتمالاً رمزنگاری شده) توسط گوشی‌های موبایل، تبلت‌ها، لپ‌تاپ‌ها و غیره، روی سیستم‌های متعددی اجرا شود.

### ۳.۲. سرویس‌های رایانش ابری

بر اساس پیاده‌سازی، ابر می‌تواند سلسله‌مراتب سطوح سرویس مختلفی که بر اساس اختصارات زیر سازمان‌دهی شده‌اند را ارائه کند (شکل ۲ را ببینید):

<sup>7</sup> On demand

<sup>8</sup> abstraction

<sup>9</sup> pooling



- IaaS (زیرساخت به عنوان یک سرویس<sup>۱۰</sup>): این مدل، قابلیت‌های ذخیره‌سازی پایه و محاسبه را به عنوان سرویس‌های استاندارد شده در شبکه فراهم می‌کند. در نتیجه، کاربر(در طرف مشتری) نیاز به خرید سخت‌افزار مخصوص به خود را ندارد(سرورها، سیستم‌های ذخیره‌سازی، دستگاه‌های شبکه و غیره) کاربر برنامه‌های کاربردی خود را اجرا می‌کند و از بارکاری پیشنهاد شده توسط زیرساخت استفاده می‌کند. به عنوان مثال، سرویس های ارائه شده توسط آمازون EC2 را در نظر بگیرید.
- PaaS(سیستم به عنوان یک سرویس<sup>۱۱</sup>): این مدل برنامه‌های نرم‌افزاری و/یا محیط توسعه را به عنوان یک سرویس فراهم می‌کند. به علاوه، برنامه‌های نرم‌افزاری سطوح بالاتر می‌توانند با استفاده از همان سرویس اجرا شوند. در نتیجه، کاربر(در سمت مشتری) در ساخت برنامه‌های خود که توسط زیرساخت ارائه کننده اجرا می‌شوند، آزاد است. به عنوان مثال، موتور اپلیکیشن گوگل یا Window Azure را در نظر بگیرید.
- SaaS(نرم‌افزار به عنوان یک سرویس<sup>۱۲</sup>): این مدل سرویس‌هایی برای مشتری بر اساس درخواست آن‌ها فراهم می‌کند. یک نمونه از سرویس روی ابر اجرا می‌شود و می‌تواند توسط چندین کاربر استفاده شود. نیازی به سرمایه‌گذاری برای مجوز سخت‌افزار یا نرم‌افزار در سمت مشتری وجود ندارد. به عنوان مثال، Google Apps یا Microsoft Office 365 را به عنوان یک ارائه‌دهنده‌ی SaaS نوعی در نظر بگیرید.



شکل ۲ سازماندهی مختلف سرویس‌های ابر : IaaS, PaaS, SaaS

<sup>10</sup> Infrastructure as a service

<sup>11</sup> Platform as a service

<sup>12</sup> Software as a service



### ۳.۳. مدل های رایانش ابری

بر اساس روشی که در آن زیرساخت ابر عمل می کند، مدل های رایانش ابری مختلفی می تواند تعریف شود. برخی پذیرفته شده اند و تعاریف گسترده به صورت زیر است:

- ابر اختصاصی: در این مورد، زیرساخت ابر کاملاً توسط یک سازمان مدیریت شده است. هدف یک سازمان، تنظیم یک ابر اختصاصی بیشینه کردن کارایی استفاده از منابع موجود در خانه است. مزایای پیشنهادی بر اساس امنیت افزایش یافته و هزینه کم شده در داده های انتقالی است.
- ابر عمومی: یک ابر عمومی مبنی بر مدل رایانش ابری استاندارد است که در آن یک ارائه دهنده سرویس ممکن است رایگان یا مبنی بر یک مدل پرداخت به ازای استفاده<sup>۱۳</sup> باشد. فایده اصلی استفاده از یک سرویس ابر عمومی، این است که هزینه پیکربندی سیستم به دلیل اینکه هزینه های سخت افزار، برنامه ها و پهنای باند توسط ارائه دهنده مدیریت/کنترل می شوند، کمتر است. چون شما فقط برای چیزی که واقعاً لازم دارید، می پردازید، مقیاس پذیری و کارایی بهبود یافته است.
- ابر دورگه: یک ابر دورگه، یک سرویس ابر ترکیبی است که از ابرهای اختصاصی و عمومی استفاده می کند تا وظایف مجزایی درون یک سازمان انجام دهد. همه سرویس های رایانش ابری باید کارایی های خاصی را برای درجات مختلف ارائه دهند، ولی سرویس های ابری عمومی بیشتر احتمال دارد که از نظر هزینه کارا بوده و مقیاس پذیر نسبت به ابرهای اختصاصی باشند.
- ابرهای انجمنی: یک ابر انجمنی، یک زیرساخت چند-مستأجری است که بین چندین سازمان از یک گروه خاص با مباحث محاسباتی مشترک، به اشتراک گذاشته می شود. هدف سازمان دهی برای انجمن باید متفاوت باشد، ولی اعضای انجمن عموماً امنیت، حریم خصوصی، عملکرد و نیازهای مطلوب مشابهی را به اشتراک می گذارند.

### ۴. WSN ها و رایانش ابری

قبلاً خصوصیات و مزایای هردوی WSN ها و رایانش ابری مشخص شد، کاملاً روشن است که این دو پارادایم می توانند با هم ترکیب شوند تا اجازه ی به اشتراک گذاری و تحلیل زمان واقعی<sup>۱۴</sup> داده های در حال عبور حس گرها را بدهند [۶]. به علاوه، این ترکیب اجازه ی فراهم کردن داده ی حس گر یا رویداد حس گر را به عنوان یک سرویس در اینترنت می دهد. بنابراین، داده ی حس گر می تواند به راحتی، نه تنها به صورت محلی، بلکه از هر جایی در دنیا، تحلیل شود. به این دلایل، عبارت «حس کردن به عنوان یک سرویس» و «رویداد حس گر به عنوان یک سرویس» ابداع شدند. اولی فرایند موجود کردن داده ی حس گر برای مشتری های زیر ساخت ابر را توصیف می کند، برعکس، دومی، مربوط به رویدادهای مورد توجه ارائه شده توسط زیر ساخت ابر می باشد.

ادغام این دو تکنولوژی می تواند برای تعداد زیادی از برنامه های کاربردی شامل موارد زیر مفید باشد:

<sup>13</sup> Pay-per-usage

<sup>14</sup> Real time



- نظارت بر انتقال، مثلاً برای کنترل سیستم های کنترل ترافیک، شناسایی خودکار صفحه ها، مدیریت عوارض راه، اختلال وسایل نقلیه ی اورژانسی، مدیریت ترافیک پویا و غیره می باشد [۷]. داده های حس گر جمع آوری شده توسط سیستم ابر باید اجازة ی ساخت یک تصویر فوری از ترافیک را بدهند که بو طور پویا توسط خود کاربران آپدیت می شود. این داده ها می توانند در برنامه های زیادی مانند طبقه بندی وسایل نقلیه، سیستم های مقابله با تصادف، گیت های عوارض خودکار و غیره استفاده شوند.
- استفاده ی نظامی، شبکه های حس گر بی سیم در اصل برای برنامه های نظامی (مثلاً مفهوم غبار هوشمند) طراحی شده اند [۸]. رایانش ابری اختصاصی، مانند موارد قبل، می تواند پاسخی برای نیازهای امنیتی سطح بالای این برنامه ها باشد، نیازهایی که نمی توانند با استفاده از اتصالات طبیعی اینترنت فراهم شوند [۹].
- پیش بینی آب و هوا، داده ی جمع آوری شده توسط حس گرهای محیطی، نمونه ای از مبحث «داده ی بزرگ» را نمایش می دهد که نمی تواند با استفاده از روش های پایگاه داده ی قدیمی به راحتی پشتیبانی شود [۱۰]. ولی با توان محاسباتی زیاد و کم هزینه ی ابر می تواند حل شود.
- مراقبت از سلامتی، امروزه شبکه های حس گر نه تنها در طرح های بیمارستانی بلکه در برنامه های مراقبت از سلامتی به طور گسترده استفاده می شوند. خصوصاً افزایش میل به توسعه ی دستگاه های شخصی و قابل حمل برای نظارت پیوسته بر سلامت افراد و در نتیجه بهبود کیفیت زندگی وجود دارد. برای مثال، ورزشکاران می توانند از مزایای چنین سیستم هایی برای گرفتن هشدارهای زمان واقعی برای تمرین بی خطر و موثر بهره مند شوند. عوامل حیاتی بیماران تریخیص شده می تواند به طور ثابت و از راه دور کنترل شود و به طور کلی همه ی افراد می توانند مشورت های شخصی را برای یک طول عمر سلامت دریافت کنند.

در بخش بعد، یک برنامه ی کاربردی ایجاد شده درباره ی این موضوع به طور مختصر آمده است.

## ۵. نمونه ای از حس گر ابری برای کنترل طول عمر

همان طور که در بخش قبل گفته شد، مراقبت از سلامتی طرح برنامه ای است که نویسنده برای استفاده ی مفید از رایانش ابری بررسی کرده است. کنترل پیوسته ی سیگنال های زیستی فردی، ناشی از یک افزایش وجود حس گرهای پوشیدنی کم هزینه، غیرتهاجمی است [۱۱]. اما مجموعه ی نتیجه شده از مقدار زیادی داده از منابع مختلف توزیع شده به یک ساختار مناسب برای مدیریت ذخیره و تحلیل نیاز دارد که بدین منظور، استفاده از پارادایم رایانش ابری پیشنهاد می شود. حس گرهای پوشیدنی معمولاً به دلیل محدودیت های زمانی به شبکه های بی سیم ساده سازمان دهی می شود، بنابراین نمی توانند به طور مستقیم به اینترنت متصل شود و به همین دلیل به دروازه هایی احتیاج داریم. معرفی تلفن های هوشمند در زندگی روزمره، با در کنار بسیاری از اختیارات وسایل ارتباطی (بلوتوث، wifi، NFC و ...)، استفاده از این نوع دستگاه ها برای پیاده سازی دروازه هایی آسان به سوی اینترنت پیشنهاد می کند. همچنین، چیزی که نویسندگان ارائه کرده اند، پذیرفتن دستگاه های هوشمند برای دریافت داده های زیستی مختلف از افرادی که از حس گرهای جاسازی شده استفاده می کنند و برای پردازش داده های نتیجه شده، مبنی بر معماری های توزیع شده ی ذاتی هستند. در این روش، حیطة ی گسترده ای از تحلیل های آماری می تواند به راحتی روی داده های زیادی از یک جمعیت بزرگ و ناهمگن اجرا شود.



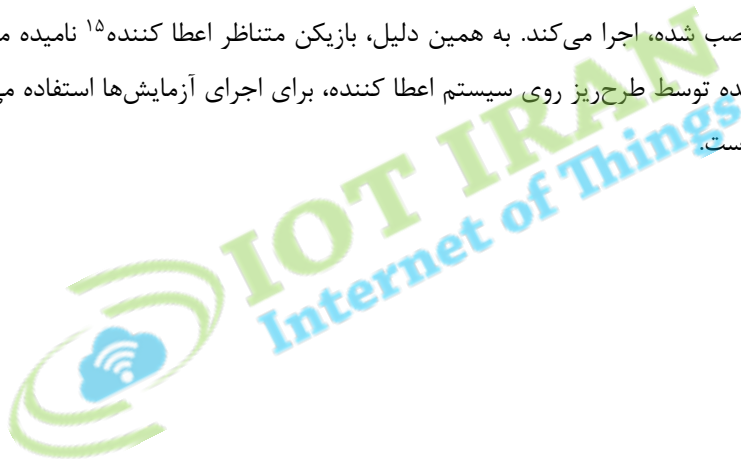


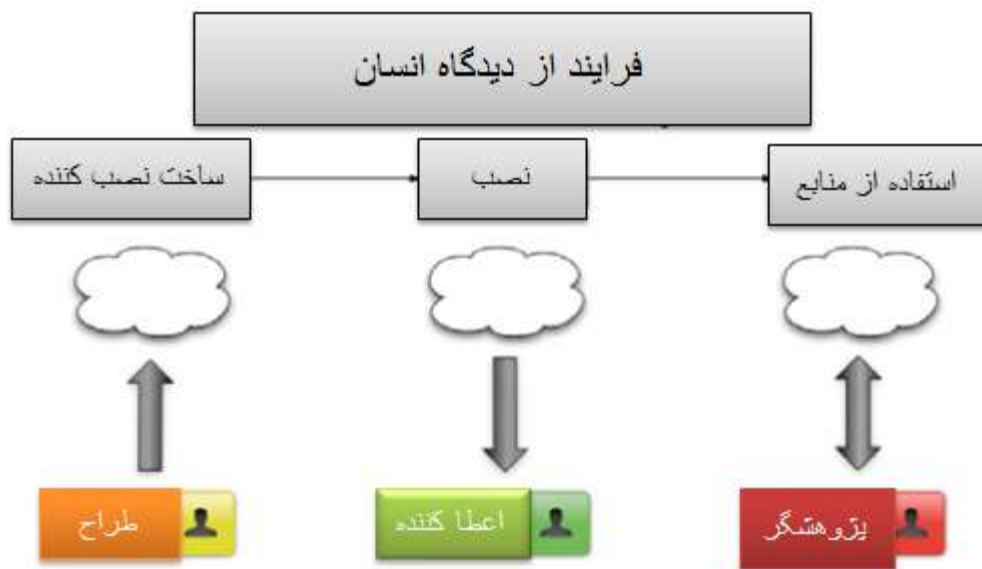
خصوصاً، این بخش از حساسیت چهارچوب آزمایش، مبنی بر پروژه‌ی Seattle را برای توسعه‌ی یک سیستم مبتنی بر ابر را برای تحلیل اطلاعات به دست آمده توسط شتاب‌سنج‌های تلفن‌های هوشمند و تبلت‌ها و دستگاه‌های GPS، استفاده می‌کند تا به داده‌های مفیدی برای مطالعه‌ی طول عمر جمعیت دست یابد [۱۲]، [۱۳]، [۱۴].

#### ۵.۱. پروژه‌ی Seattle و آزمایش حساسیت

بر اساس توسعه‌دهندگان، « Seattle سیستمی برای تحقیقات شبکه و سیستم‌های توزیع‌شده است که گسترش بزرگی از سرعت کامپیوترها در دنیا پیشنهاد می‌دهد که منابع آن می‌تواند برای استفاده از وبسایت Seattle Clearinghouse در دسترس قرار گیرد.» چهارچوب Seattle اخیراً با موبایل‌ها، شامل آندروید، iOS و دیگر سیستم‌های عمل‌های تلفن همراه نیز سازگار شده است. آزمایش حساسیت، با توجه به قابلیت دستگاه‌های هوشمندی که امروزه موجودند، یک ورژن دستکاپ از سیستم رایانش ابری Seattle تعریف کرده که می‌تواند محاسباتی مانند برنامه‌های مبتنی بر PC با قابلیت‌های حس‌گری انجام دهد. سپس سیستم از مفهوم رایانش ابری به پارادایم حس‌گر ابری حرکت می‌کند.

آزمایش حساسیت در ادامه‌ی روش پروژه‌ی Seattle شامل سه مرحله‌ی مختلف کنترل پروژه، انجام می‌شود که هر یک متناظر با یک «بازیکن» خاص هستند. اولین بازیکن، طرح‌ریز نام دارد، اجرای محیط را سفارشی می‌کند، نصب‌کننده را تنظیم می‌کند و منابع موجود را تخصیص می‌دهد. سپس بازیکن دوم نصب‌کننده را روی دستگاه مورد نظری که می‌خواهیم منابع را به اشتراک بگذاریم و توسط طرح‌ریز نصب شده، اجرا می‌کند. به همین دلیل، بازیکن متناظر اعطا کننده<sup>۱۵</sup> نامیده می‌شود. در انتها، محقق، از منابع در معرض گذاشته شده توسط طرح‌ریز روی سیستم اعطا کننده، برای اجرای آزمایش‌ها استفاده می‌کند. در شکل ۳ سیستم Seattle نشان داده شده است.

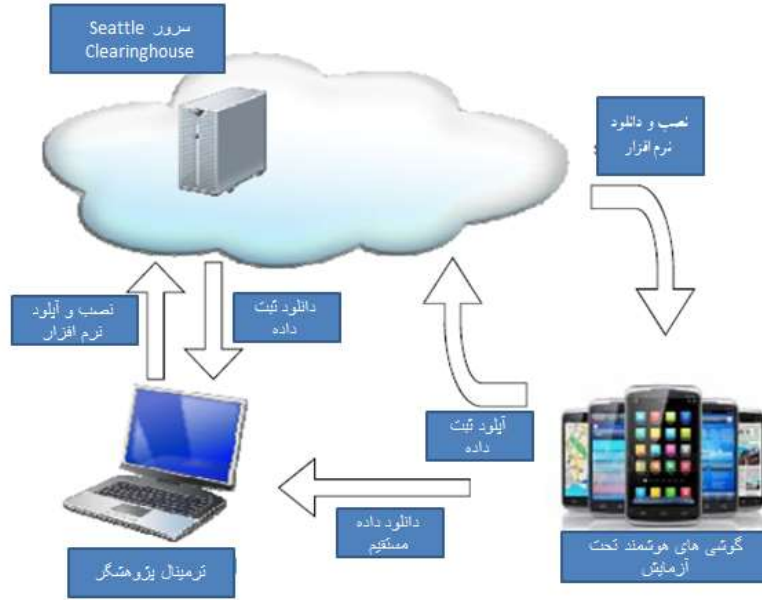




شکل ۳ معماری Seattle

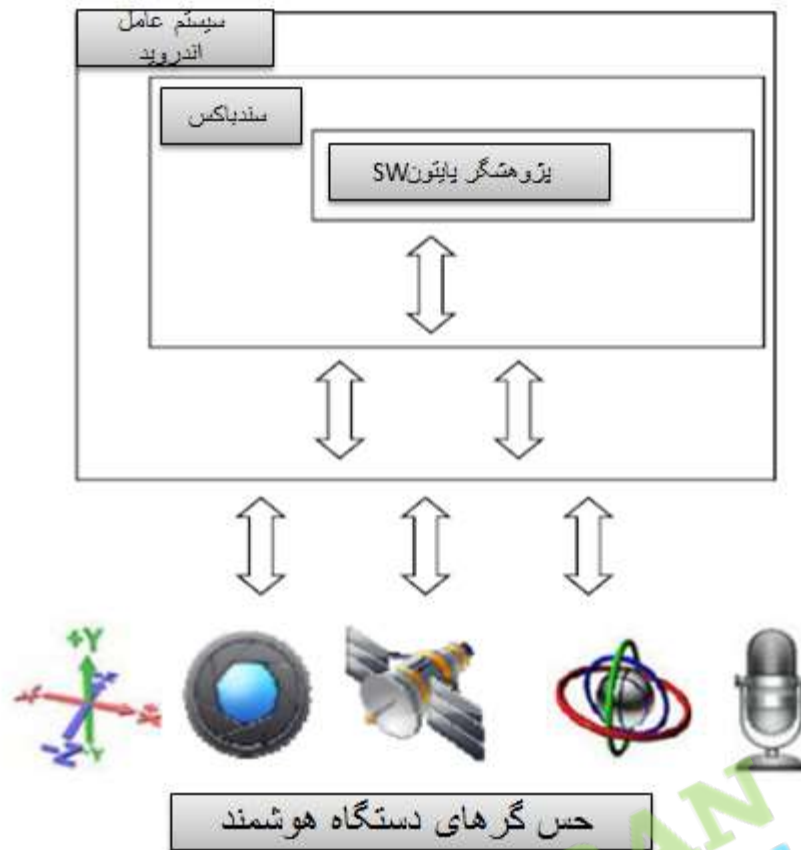
هدف از آزمایش حساسیت، فراهم کردن یک واسطه قابل برنامه ریزی یکپارچه برای حسگرهای جاسازی شده در دستگاه های هوشمند است، که محقق بتواند به راحتی و به طور یکپارچه در دستگاه از طریق نرم افزار سمت مشتری، به حسگرها دسترسی داشته باشد. در حال حاضر، ماژول های پیاده سازی شده و اطلاعات وابسته به فراین به سه دسته طبقه بندی می شوند: وابسته به دستگاه (مثلاً پارامترهایی مانند سطح توان باتری، استفاده از حافظه و پردازنده)، وابسته به مکان (مثلاً پاراکترهایی مانند مکان جغرافیایی، دامنه و سرعت در صورت وجود) و وابسته به شبکه (نوع و عملگر شبکه ی موبایل، نقاط دسترسی Wifi همسایه و دستگاه های بلوتوث نزدیک). همه ی این اطلاعات توسط بیشتر گوشی های هوشمند و تبلت های موجود در بازار ارائه می شوند.

طرحی از معماری مطرح شده در شکل ۴ نشان داده شده است. گوشی موبایل کاربر (منابع داده ی مشابه) که از طریق ابر داده را در دسترس قرار می دهد، توسط سرور Seattle Clearinghouse نشان داده شده است. یک «ترمینال پژوهشگر» مثلاً مربوط به یک دکتر، می تواند به منظور بازیابی داده ی بیمار به ابر دسترسی داشته باشد و پردازش های اضافی روی داده را اجرا نماید. داده ی ثبت شده می تواند توسط ابر با استفاده از نرم افزار «آزمایش حساسیت» در حال اجرا روی ترمینال پژوهشگر دریافت شود. به علاوه، دستگاه هوشمند کاربر قابلیت برقراری ارتباط مستقیم بین داده و این «ترمینال پژوهشگر» را دارد و عملکرد سرور را مستقیم روی گوشی هوشمند پیاده سازی می کند (اگر یک IP عمومی موجود باشد). اما، یک ارتباط اولیه با سرور Seattle Clearinghouse برای ارتباط دستگاه هوشمند با «گروه آزمایش» مورد نیاز است که توسط همه ی دستگاه های کنترل شده تشکیل شده است. همچنین «آزمایش حساسیت» به یک نرم افزار پایتون اجازه می دهد که توسعه یابد و به گوشی هوشمند کاربر دانلود/اجرا شود. همه ی این عملیات توسط یک کتابخانه ی XML-PRC اضافه شده به سیستم اندروید پیاده سازی شده است.



شکل ۴ معماری مبتنی بر ابر پیشنهادی





شکل ۵ آزمایش حساسیت پیاده سازی شده در یک دستگاه هوشمند اندروید

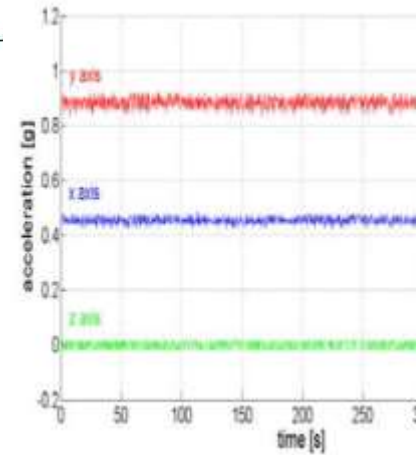
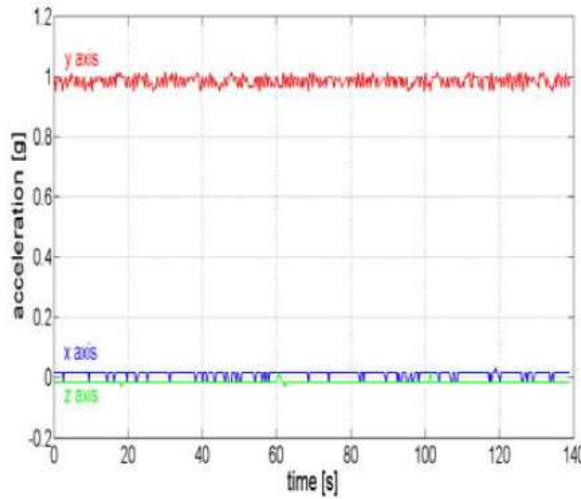
برنامه‌ی ثبت‌کننده در دستگاه هوشمند از طریق یک سندباکس<sup>۱۶</sup> به حس‌گرهای گوشی هوشمند دسترسی پیدا کرده و بنابراین همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده، خطر ات بالقوه‌ی نرم‌افزار معیوب را محدود می‌کند. انعطاف سیستم پیشنهادی عبارت است از امکان تغییر حس‌گر تعیین شده با بارگیری نرم‌افزار جدید در گوشی هوشمند کاربر، از راه دور. خصوصاً، توانایی آزمایش حساسیت می‌تواند برای جمع‌آوری داده‌های زیاد مربوط به حرکت افراد تحت آزمایش و برای درک تحلیل‌های آماری روی فعالیت فیزیکی جمعیت می‌باشد. کارهای زیادی در متون الگوریتم‌های پیشنهادی برای طبقه‌بندی حرکت کاربر از داده‌ی شتاب‌سنج وجود دارد [۱۵]. به علاوه، استفاده از GPS می‌تواند به تعیین بهتر نوع فعالیت فرد تحت آزمایش، مانند کارهای داخلی و خارجی، راه‌رفتن و غیره کمک کند.

برخی آزمایش‌های اولیه با راه‌حل پیشنهادی انجام شده است. یکی از گوشی‌های هوشمند گروه آزمایش به یک لرزاننده‌ی تحت کنترل PC با استفاده از تنظیماتی مشابه با [۱۶] بسته شده است. داده‌ی به دست آمده از شتاب‌سنج، از طریق سیستم مبنی بر ابر به ترمینال کنترل کاربر ارسال شده است. نتایج دو آزمایش پایه روی «ترمینال پژوهشگر» در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده



تهران، سالن همایش های دانشگاه شهید بهشتی ، ۱۳ خرداد ۱۳۹۵

مهندسی نرم افزار و علوم کامپیوتر | سیستم های موشمند و محاسبات نرم |  
 شبکه های کامپیوتری و سیستم های توزیعی | معماری کامپیوتر و سیستم های دیجیتال | فناوری اطلاعات



است. آزمایش ساده تأیید می کند که ممکن است از راه دور مقدار (زیادی) اطلاعات حسگر مانند به دست آمدن از شتابسنج های جاسازی شده دریافت شود و داده در ابر موجود باشد. همه ی این چیزها بدون داشتن هیچ دانشی در مورد دستگاه به دست آمده، به جز این که آدرس آن درون «گروه آزمایش» وجود داشته است.

سیستم دارای قابلیت جمع آوری حدود دو نمونه در هر ثانیه است: متأسفانه، جیتر<sup>۱۷</sup> (میزان اختلاف در زمان رسیدن بسته ها) وابسته است (در حد ده میلی ثانیه)، ولی یک برچسب زمانی<sup>۱۸</sup> به صورت خودکار ارائه شده که دریافت اطلاعات پردازش شده می تواند به طور صحیح مرتب شده و همچنان انجام پردازش های بیشتر ممکن است.



شکل ۶ در این آزمایش، گوشی هوشمند دارای آفت ۳۰ درجه بین محور y و محور اصلی و یک آفت ۶۰ درجه بین محور x و محور اصلی می باشد. محور z عمود بر محور اصلی است (محور

شکل ۷ در این آزمایش گوشی هوشمند با محور y عمودی موازی با محور اصلی و محورهای افقی x و z عمود بر محور اصلی قرار گرفته اند.

<sup>17</sup> jitter

<sup>18</sup> Timestamp



## ۶. نتیجه گیری

IOT یا توانایی اتصال هر دستگاه ممکن، طرح های جدیدی در WSN ها باز می کند. سرویس های رایانش ابری و وجود دستگاه های هوشمند ارزان و قدرتمند اجازه ی بهینه سازی مدیریت اطلاعات، به اشتراک گذاری نتایج سنجش و بهبود کیفیت سرویس ها را می دهد.

## منابع

- [1] I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, "A Survey on Sensor Networks", IEEE Communications Magazine, August, 102-114(2002).
- [2] P. Ferrari, A. Flammini, D. Marioli, E. Sisinni, A. Taroni, "Wired and wireless sensor networks for industrial applications", Microelectronics Journal, September, 2009, Vol. 40, N. 9, pp. 1322-1336.
- [3] P. Ferrari, A. Flammini, M. Rizzi, E. Sisinni, "Improving simulation of wireless networked control systems based on WirelessHART", Computer Standards & Interfaces, November, 2013, Vol. 35, N. 6, pp. 605-615.
- [4] R. Kay; F. Mattern, "The Design Space of Wireless Sensor Networks", IEEE Wireless communications, 11 (6), Pp.: 54-61.
- [5] P. Mell, T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing", NIST Special Publication 800-145. Available on-line at <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
- [6] Sanjit Kumar Dash, Subasish Mohapatra, Prasant Kumar Pattnaik, "A survey on Application of Wireless sensor network using Cloud Computing", IJCSET, Vol. 1, Issue 4, Pp.50-55, December 2010.
- [7] P. Jaworski, T. Edwards, J. Moore, K. Burnham, "Cloud computing concept for Intelligent Transportation Systems", 2011 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), pp.391,936, 5-7 Oct. 2011.
- [8] M. P. Durisic, Z. Tafa, G. Dimic, V. Milutinovic, "A survey of military applications of wireless sensor networks," 2012 Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), pp.196,199, 19-21 June 2012.
- [9] J.M. Reddy, J.M. Monika, "Integrate Military with Distributed Cloud Computing and Secure Virtualization," High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SCC), pp. 1200-1206, 10-16 Nov. 2012.
- [10] D.K. Krishnappa, D. Irwin, E. Lyons, M. Zink, "CloudCast: Cloud computing for short-term mobile weather forecasts", 2012 IEEE 31st International Performance Computing and Communications Conference (IPCCC), pp.61-70, 1-3 Dec. 2012
- [11] A. Depari, A. Flammini, E. Sisinni, A. Vezzoli, "A Wearable Smartphone-Based System for Electrocardiogram Acquisition", 2014 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications Proceedings, Lisbon, Portugal, June 11-12, 2014, pp.54-59.
- [12] "The Seattle platform"; available online: <https://seattle.poly.edu/wiki>



- [13] "The Sensibility Testbed", available online: <http://seattlesensor.wordpress.com/>
- [14] J. Cappos, Lai Wang, R. Weiss, Yi Yang, YanyanZhuang, "BlurSense: Dynamic fine-grained access control for smartphone privacy," Sensors Applications Symposium (SAS), 2014 IEEE, pp.329,332, 18-20 Feb. 2014
- [15] S. Kaghyan, H. Sarukhanyan, "Accelerometer and GPS sensor combination based system for human activity recognition", Computer Science and Information Technologies (CSIT), p. 1-9, 2013
- [16] E. Sisinni, C. M. De Dominicis, A. Depari, A. Flammini, L. Fasanotti, M. Tomasini, "Performance assessment of vibration sensing using smartdevices", 2014 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), Montevideo, Uruguay, May

12-15, 2014, pp. 1617-1622.

