یکپارچه سازی اینترنت اشیا و پلتفرم های ابری

رکسانا نیر[1]

[1]کارشناس واحد تحقیق و توسعه کارخانجات مخابراتی ایران، Nayer@itmc.ir

چکیده: اینترنت اشیاء و شبکه های رایانش ابری فن آوری های بسیار مهمی در زندگی امروز هستند که می توانند یکدیگر را تکمیل کنند. فناوری اینترنت اشیا مبتنی بر اتصال گره های هوشمند است و اطلاعات را از طریق شبکه های بی سیم ارسال می کند. اما این تکنولوژی با چالش هایی مواجه می باشد، لذا پردازش ابری به عنوان فناوری جدید مجازی سازی امکان ذخیره سازی نامحدود و پردازش داده های اینترنت اشیا را فراهم می نماید. بنابراین ذخیره سازی گسترده و محاسبات فشرده که توسط ابرها پشتیبانی می شوند راه حل مناسبی جهت جبران محدودیت شبکه اینترنت اشیا می باشند. ادغام این دو سیستم عامل نیاز به شناسایی معماری و پروتکل های ارتباطی خاص خود دارد. در این مقاله ، در مورد جنبه های مختلف شبکه های IOT و ابر ، ادغام این دو پیکربندی ، عملکرد متقابل آنها به همراه پروتکل های آنها و در آخر سهم پلت فرم ابری مایکروسافت در فناوری IOT بحث می کنیم.

کلید واژه‌ها: *اینترنت اشیا، پردازش ابری، Cloud Things*

۱. مقدمه

امروزه با توجه به گسترش بی رویه دیوایس های هوشمند در تمامی ابعاد زندگی، حوزه فعالیت شبکه IOT جهت اتصال این نودهای متصل ناهمگن بطور فزاینده ای رو به گسترش می باشد، لذا جهت برطرف نمودن چالش های حاصل از این رشد تصاعدی شبکه اینترنت اشیا نظیر امکان دسترسی، قابلیت محاسباتی و فضای ذخیره سازی محدود، رایانش ابری بعنوان راه حلی مناسب جهت مدیریت و خدمات اینترنت اشیا ارائه گردیده است و می توان از فضای ذخیره سازی، پردازش و ارتباطات نامحدود ابر برای جبران کمبودهای اینترنت اشیا استفاده نمود. [1] در واقع این پلت فرم ترکیبی کلیه امکانات لازم برای ارائه سرویس و توسعه برنامه های کاربردی و موضوعاتی نظیر احراز هویت، مدیریت دسترسی، مدیریت ابزارها، تجمیع اطلاعات فراهم می کند. چنین داده هایی بطور چشمگیری در فرآیندهای بهینه سازی و افزایش بازدهی ایفای نقش می کنند و می توان با توجه به اولویت بندی معیارهای خود شامل امنیت، انعطاف پذیری و داده های مورد نیاز نسبت به گزینش فضاهای ابری موجود اقدام نمود. ابر شرکت هایی نظیر مایکروسافت، IBM ، آمازون با دارا بودن حجم وسیعی از سرورهای قدرتمند به پیاده سازی فضای پردازش ابری اقدام نموده اند. فضای ابری مایکروسافت با پلت فرمAzure مجموعه ای از سرویس های یکپارچه نظیر سرویس های تحلیل داده، سرویس های پایگاه داده و ذخیره سازی داده، شبکه سازی و سرویس های تحت وب را پوشش می دهد. در قسمت های آتی به معماری و پروتکل های مختلف اینترنت اشیا و فضای ابری و در نهایت ایجاد یک Cloud IOT پرداخته و پیاده سازی IOT در پلت فرم Azure را بررسی خواهیم نمود.

۲. معماری تکنولوژی IOT

تکنولوژی اینترنت اشیا توانایی پیاده سازی یک سامانه جهانی از اشیای متصل بهم را ارائه می دهد و میلیون ها دیوایس ناهمگن با کارکردهای متفاوت از طریق یک شبکه اینترنت به یکدیگر متصل می شوند، به این طریق که به هر دستگاه یک IP تخصیص داده و اطلاعات آن در بستر شبکه منتقل می گردد. معماری در نظر گرفته شده به پیکربندی خاصی وابستگی نداشته و انواع پلتفرم ها و سرویس ها به آن اضافه می گردد. جهت گسترش این فناوری متناسب با نیازهای مشتری در هرمکان و در هر زمان نیاز به پروتکل های جدیدی است که بتواند ارتباط بین اجزای ناهمگون را برقرار نموده و چالش های موجود در اینترنت اشیا را برطرف نمایند. در حال حاضر

معماریهای متفاوتی برای ارتباطات اینترنت اشیا در نظر گرفته شده است اما تا بحال مدل واحدی تعیین نگردیده است.[2]

۲,۱. مدل پنج لایه ای اینترنت اشیا

رایج ترین معماری که برای اینترنت اشیا در نظر گرفته شده مدل پنج لایه ای می باشد، این لایه به عنوان معماری اصلی شبکه های اینترنت اشیا در نظر گرفته می شود و شامل بخش های زیر می باشد: [3][4]

۱-انتقال

وظیفه این لایه انتقال امن داده های دریافتی از حسگرها به سیستم پردازش اطلاعات در شبکه می باشد. در این لایه از مکانیسم Plug &Play برای اشیا ناهمگن استفاده می شود و داده های دیجیتال شده به لایه بعدی ارسال می گردد. از مهم ترین پروتکل های این لایه:[5]

Zigbee, NB-IOT, LoRaWAN, LTE-MTC, IEEE802. 15.4. NFC , Wireless HART.

۲-پیوند داده

وظیفه لایه پیوند داده اتصال چند جز IOT به یکدیگر می باشد و می تواند چند سنسور را با یک دیوایس گیت وی به شبکه اینترنت متصل کند. پروتکل های تخصصی برای مسیریابی در بین سنسورها طراحی شده اند و جزئی از لایه شبکه هستند.از مهم ترین پروتکل های این لایه:

LoRaWAN, REST, SOAP, MQTT, DDS, COAP, AMOP, Zigbee, BLE, Websocket, LWM2M, DECT,Z-Wave, DASH7, LTE-A, IEEE802.15.4E, IEEE802.11ah, Wireless HART.

۳-زیر ساخت

این لایه با زیرساخت های ابری ادغام شده و زیرساخت یکپارچه ای از خدمات ابر همراه با اینترنت اشیا ارائه می دهد. این پروتکل ها در برگیرنده سه بخش مسیریابی جهت انتقال داده ها از بهترین مسیر، شبکه جهت ارتباط با شبکه های مختلف و فیزیکی برای برقراری ارتباطات سخت افزاری بین فرستنده و گیرنده می باشند.

از مهم ترین پروتکل های این لایه:

LTE-A, Z- Wave, IEEE802.15.4, RPL, CARP, CORPL, 6LO, 6LOWPAN.

۴-کشف خدمات

در این لایه دستگاه هایی که قادر به ارائه خدمات می باشند شناسائی می شوند، در این لایه بایستی دایرکتوری اختصاصی داشته باشیم تا جزئیات دستگاه های ارائه دهنده انواع خاصی از خدمات را ذخیره کنند، به روز بودن این دایرکتوریها جهت کسب اطلاعات از سایر دستگاه ها بسیار مهم است.از مهم ترین پروتکل های این لایه:

Hyper CAT, UPnP, DNS-SD, mDNS

۵-کاربرد

دراین لایه نرم افزارهای کاربردی با محیط شبکه ارتباط برقرار می کنند و تمام واحدهای موجود با اینترنت اشیا مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند که متعاقبا منجر به بهبود کیفیت سیستم ها و تهیه سرویس هایی برای مصرف کنندگان همراه با سرویس های داده ای نظیر داده کاوی و تجزیه تحلیل داده می شوند. [6][7] از مهم ترین پروتکل های این لایه:

COAP, MQTT, AMQP, DDS, REST, AMQP, XMPP, HTTP, WebSockets.

۲,۲. وظائف مهم ترین پروتکل های لایه کاربرد

۱-پروتکل COAP که یک پروتکل انتقال امن پیام از راه دور و از طریق شبکه اینترنت می باشد و علاوه بر مشاهده و کشف منابع، نودهای محدود را قادر به تعاملاتی از نوع REST مبتنی بر UDP می نماید. [8]

۲-پروتکل MQTT به عنوان یک پروتکل پیام رسان بین حسگرها و سرورها می باشد، شامل سه مؤلفه است: مشترک ، ناشر و کارگزار. ناشر داده ها را جمع می کند و آن را برای مشترکین ارسال می کند. کارگزار ناشران و مشترکین را آزمایش می کند ، مجوز آنها را بررسی می کند و امنیت را تضمین می کند. این پروتکل بصورت M2M عمل می نماید.ارتباطات M2M بیانگر دستگاه هایی هستند که با انواع شبکه های ثابت و بی سیم از طریق اینترنت به یکدیگر متصل می شوند، لایه خدمات ارتباط ماشین به ماشین سرویس هایی نظیر شناسائی تجهیزات,مدیریت تجهیزات، انتقال اطلاعات و امنیت را تهیه می کند. در این لایه اطلاعات جمع آوری شده می توانند با هم ترکیب شوند و در جاهای مختلف مورد استفاده قرار گیرند. پلت فرم خدمات آن شامل مجموعه نرم افزارهایی جهت ایجاد چارچوب های یکپارچه ، واسط های اینترنت اشیا ، راه حل های

کاربردی مجموعه های صنعتی. مدیریت شبکه ها و دستگاه ها و پیاده سازی آنها، تأیید اعتبار ، مجوز و مدیریت حساب ها ، مدیریت داده ها و مدیریت خدمات می باشد. [9]

۳-پروتکل AMQP بعنوان یک استاندارد باز نیز جهت مسیریابی و انتقال پیام ها در محیط های میان افزار کاربرد دارد و برای ارسال پیام ۳ مرحله را طی می نماید:

Exchange پیام ها را می گیرد و آنها را در صف قرار می دهد.

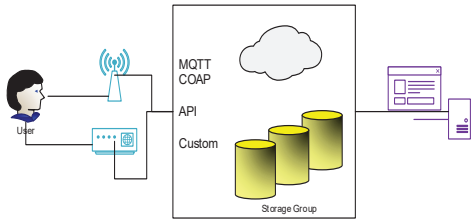
Message queue پیام ها را ذخیره می کند تا زمانی که با اطمینان توسط برنامه مشتری قابل پردازش باشند.

Binding رابطه بین مؤلفه های اول و دوم را بیان می کند.

۴-پروتکل DDS برخلاف AMQP وMQTT و از مدل همه پخشی برای انتقال پیام جهت بالا بردن کیفیت نرم افزارها و تنوع معیارهای ارتباطی نظیر امنیت، اولویت استفاده می نماید. DDS در انواع پلت فرم ها از جمله پلت فرم ابر قابل پیاده سازی است. DDSدو لایه اصلی دارد:

لایه DCPS که مخفف Data-Centric Publish-Subscribeاست اطلاعات را به مشترکین ارائه می دهد.

لایه DLRL که مخفف Data-Local Reconstruction Layer رابط کاربری DCPS را فراهم می کند.



شکل ۱: نقش پروتکل ها در اینترنت اشیا

۳. معماری شبکه های ابری

پردازش ابری مبتنی بر معماری توزیع شده می باشد که از طریق پروتکل های رایج اینترنت و استانداردهای شبکه قابل دسترسی می باشد.با استفاده از محاسبات ابری امکان ذخیره حجیم منابع و محاسبات پیچیده میسر می گردد و می توان سرویس های ویژه ای به کاربران ارائه داد. سرویس های محاسبات ابری به تعداد زیادی سرور به عنوان منابع محاسباتی جهت اتصال به معماری محاسبات ابر نیاز دارند. از طریق استقرارسرورهای رایانش ابری قادر خواهیم بود حجم بار کاری سیستم های محلی را به روی آنها منتقل کنیم. با این تکنولوژی می توان هزینه ها را کاهش داده و بهره وری را زیاد نمود. مدل های ارائه سرویس محاسبات ابری می تواند به سه بخش تقسیم شود:[2]

۱-زیرساخت IaaS (Infrastructure as a Service)

IaaS به معنای ارائه منابع مجازی شده (پردازشی، ذخیره سازی و ارتباطی) بر حسب تقاضا می باشد و این سرویس ها امکان دستیابی سنسورها به ابر را فراهم می کنند، خدمات IaaS برای IOT منابع کنترل دسترسی تهیه می کنند. IaaS پایه عملکرد محاسبات ابری است این لایه از طریق انبوهی از سرورهای ذخیره سازی، سرورهای ارتباط شبکه و دسترسی به سرورهای منابع مورد نیاز کاربر ار جمله سرویس های ذخیره سازی، سرویس های محاسباتی و سرویس های ارتباطی شبکه را برای کاربران مختلف تهیه می نماید. خدمات EC2 که توسط شرکت آمازون ارائه می شود به عنوان مهم ترین ارائه دهنده IaaS به کاربران اجازه فعالیت های بی شمار روی IaaS می دهد. امکان دسترسی به این لایه توسط مدیر زیر ساخت مجازی صورت می پذیرد.

۲-بسترهای نرم افزاری PaaS (Platform as a Service)

Pass یک سیستم عامل رایانه مجازی است که برای کاربران عملیات Program Development و Caching Services را انجام می دهد و یک میان افزار معماری محاسبات ابری است و نقش واسط ارتباطی را جهت توسعه ایفا می کند. با وجود زیرساختگرا بودن معماری ابر برای ارائه خدمات پردازشی و ذخیره لایه PaaS این خدمات را در سطح بالاتری انجام می دهد و محیطی را برای توسعه دهندگان بوجود می آورد که کاربران بدون نیاز به دانستن اینکه برنامه به چه میزان پردازشگر و حافظه نیاز دارد، به تولید و به کارگیری برنامه های خود بپردازند. بیشتر ابرهای IOT با طیف وسیعی از ابزارها و محیطهای مرتبط جهت توسعه و استقرار برنامه ها در یک محیط ابری همراه هستند. مشخصه اصلی خدمات PaaS IOT این است که آنها دسترسی به داده ها را فراهم می کنند. این یک تمایز روشن در مقایسه با IaaS است. موتور برنامه گوگل مثال خوبی از PaaS است که محیط مقیاس پذیری را برای توسعه و میزبانی برنامه های کاربردی تحت وب که به زبانهای برنامه نویسی خاصی مانند پایتان و جاوا نوشته می شوند ارائه می دهد. لذا از آن می توان به عنوان مهم ترین ابزار دسترسی در بستر نرم افزاری توسعه داده شده ابر نام برد.

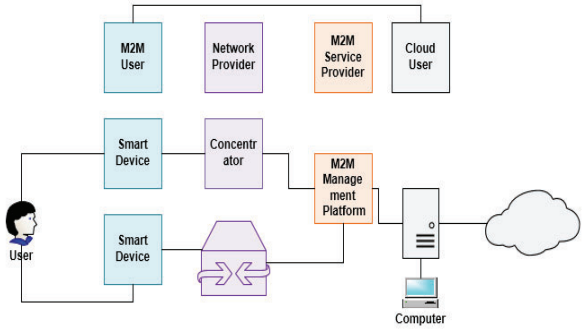
۳-سرویس های نرم افزاری SaaS (Software as a Service)

SaaS مبتنی بر ارتباطات شبکه است و با سرویس های ابری از طریق تکنولوژی اینترنت ارتباط برقرار می کند و سرویس های دریافتی از ابر را جهت ارائه به کاربران نهایی دریافت می کند. برنامه های کاربردی که روی ابر قرار دارند در این دسته قرار می گیرند، خدمت هایی که توسط این لایه فراهم می شوند می توانند توسط درگاه وب در دسترس کاربران قرار بگیرند، بنابراین مشتریان بجای اینکه نرم افزارها را بر روی کامپیوتر خود نصب کنند از خدمت های بر خط نرم افزاری استفاده می کنند. پس می توان بطور خلاصه گفت که دسترسی به برنامه های کاربردی ابر نظیر (پردازش ویدئو، شبکه های اجتماعی) از طریق مرورگر وب در این لایه امکانپذیر است.

در قسمت بالای این سه لایه یک لایه فناوری افقی معماری محاسبات ابری قرار داردکه به عنوان رابط ارتباطی با کاربران شناخته شده است. به علاوه لایه مدیریت عملیات نگهداری و پشتیبانی ساختار و پلت فرم و سرویس های نرم افزاری را بر عهده دارد.

۴. یکپارچه سازی محاسبات ابری و IOT

رایانش ابری به صورت مدلی است که به واسطه آن دسترسی گسترده بر مبنای نیاز کاربر به مجموعه ای از منابع سخت افزاری و نرم افزاری مانند شبکه ها، سرورها، فضای ذخیره سازی، برنامه های کاربردی و سرویس ها با سرعت بالا امکان پذیر می گردد . در اینترنت اشیا همه تجهیزات حافظه ذخیره سازی و قدرت محاسبات دارند و فناوری محاسبات ابری، محاسبات موازی، محاسبات توزیع شده را ترکیب می کند. توسعه اینترنت اشیا بستگی به ذخیره سازی، کارایی بالا و قدرت محاسباتی دارد که برای آن از فناوری محاسبات ابری استفاده می کند، به همین دلیل است که فناوری محاسبات ابری پایه اینترنت اشیا است.فناوری اینترنت اشیا در ترکیب با محاسبات ابری با استفاده از سنسور بی سیم و شناسائی فرکانس رادیوئی، داده ها و اطلاعات را جمع آوری و ساماندهی می کند سپس آن را به لایه های بالاتر محاسبات ابری انتقال می دهد. در این لایه داده می تواند به اشتراک گذارده شده و مدیران می توانند کل سیستم را مدیریت و کنترل کنند. یکپارچه سازی اینترنت اشیا و شبکه های ابری تحت عنوان Cloud Things شناخته می شود و علاوه بر قابلیت منحصر به فرد مدیریت از طریق کاربر بطور مستقیم با دیوایس ها جهت ذخیره و جمع آوری اطلاعات ارتباط برقرار می کند و مقدار زیادی از داده های سنسورها را با استفاده از منابع محاسباتی ابر پردازش، تجزیه و تحلیل و ذخیره می نماید. Cloud Things یک سری از ابزارهای خدماتی در اینترنت اشیا را افزایش می دهد این ابزارها شامل سرویسهای وب، (APIs) که قابلیت گسترش و توسعه به اینترنت اشیا را می دهد. پورتال عملیاتی Cloud Things از زیرساخت SaaS از پردازش سرویس های تخصصی پشتیبانی می کند و شامل سرویسهای مدیریت اشتراک ، هماهنگی ارتباطات ، اتصال اشیاء ، اطلاعات داده می باشد.



شکل۲: نقش ارتباطات ماشین به ماشین در Cloud IOT

۴,۱. پیاده‌سازی IOT در بستر Azure

حال به بررسی پیاده سازی IOT در بستر پردازش ابری مایکروسافت که Azure نام دارد می پردازیم، این سرویس پردازش ابری شامل مجموعه ای از سرویس های یکپارچه نظیر سرویس های تحویل داده، سرویس های پایگاه داده و ذخیره سازی داده، شبکه سازی و سرویس های تحت وب را شامل می شود و شامل سه لایه می باشد.[11]

۱-لایه اول با نام Azure IOT Devices که در برگیرنده دیوایس ها و پروتکل های ارتباطی بوده و عملیات زیر در آن انجام می شود.

- ارسال داده به Azure IOT Hub
- دریافت پیغام از IOT Hub
- ارتباط با سرویسها از طریق MQTT ، AMQP و HTTP
- همگام سازی Azure IOT Hub با یکدیگر
- پیاده سازی مستقیم Azure IOT Hubها بر روی دیوایسها
- مدیریت Azure IOT Hubها بر روی دیوایسها

۲-در لایه دوم که Core Platform نامیده می شود، عملیات ذخیره سازی مدام داده ها در پایگاه داده ای نظیر SQL Data

base انجام می پذیرد و IOT hub در این لایه یک سرویس مدیریتی دو طرفه برای اتصال دستگاهها و سرویس ابری به یکدیگر را فراهم می کند.IOT hub از الگوی پیام رسانی چندگانه نظیر تله متری دیوایس به ابر و روش درخواست-پاسخ برای کنترل دیوایس ها استفاده می کند و از پروتکل هایی مانند MQTT و AMQP پشتیبانی می نماید. Azure Event Hubs یک سکوی بزرگ جریان داده و خدمات مصرف رویداد در این لایه است. این پلتفرم می تواند میلیون ها رویداد را در هر ثانیه دریافت و پردازش کند. داده های ارسالی به یک مرکز رویداد می توانند با استفاده از هر ارائه دهنده تحلیلی در زمان واقعی یا آداپتورهای دسته بندی/ذخیره سازی ، تبدیل و ذخیره شوند.سناریو های زیر برخی از سناریوهایی هستند که می توانید از Event Hubs استفاده کنید.[12]

- تشخیص ناهنجاری
- ورود به برنامه سیستم
- تحلیل Pipelines
- آنلاین داشبوردینگ
- بایگانی داده ها
- پروسه مبادله
- فرآیند تله متری کاربر
- جریان تله متری دیوایس

۳-در لایه سوم عملیات Analytics &Event Platform انجام می شود.این سرویس امکان تحلیل بی درنگ حجم عظیمی از رویدادها را می دهد و یک موتور پردازش رویداد مقرون به صرفه است که به کشف فرآیند دستگاه ها ، حسگرها ، زیرساخت ها ، برنامه ها و داده ها در زمان واقعی کمک می کند. قابلیت های آن عبارتند از:

- داشبوردینگ جهت مانیتورینگ بصورت Real Time
- داده های جاری را ذخیره نموده و در اختیار سرویس های ابری جهت تجزیه و تحلیل، لاگ برداری و گزارش گیری قرار می دهد.
- تحلیل و انتقال داده ها بصورت Real Time
- شروع به کار در شرایط خاص
- ارسال آلارم
- Learning Machine Azure

یک محیط مبتنی بر ابر را فراهم می کند که می توان از آن برای تهیه داده ها ، آموزش ، آزمایش ، استقرار ، مدیریت و ردیابی مدل های یادگیری ماشین استفاده نمود. این سرویس به طور کامل از فناوری های منبع باز مانند PyTorch، TensorFlow و scikit-Learn پشتیبانی می کند.[13]

۵. بحث و بررسی

در این مقاله با بیان اینکه فن آوری اینترنت اشیا موجب افزایش حجم جابجایی داده ها در بین اجزای شبکه های مختلف بوده و متعاقبا نیازمند فضای ذخیره سازی و قدرت پردازشی بالاتری می باشد، محاسبات ابری به عنوان یک زیرساخت پشتیبانی کننده جهت نگهداری و پردازش اطلاعات اینترنت اشیا معرفی گردید. استراتژی مطرح شده شامل طراحی یک پلتفرم محاسبات ابری با قابلیت یکپارچه سازی و به اشتراک گذاری منابع با اجزای موجود در اینترنت اشیا می باشد، فرآیند ارتباطات ماشین به ماشین به عنوان یک تکنولوژی ارتباطی و مدیریت خدمات برای انتقال اطلاعات در نظر گرفته شده است این تکنولوژی با قرارگیری در بستر ابر داده های بزرگ را جمع آوری نموده و موجب پاسخ عملیاتی سریعتر می گردد. لذا جهت پیاده سازی و توسعه سیستم های یکپارچه که شامل طیف وسیعی از شبکه ها و سرویس های ابری می باشد، بایستی معماری و نحوه ارتباط پروتکل های لایه های مختلف این پلت فرم ها به دقت مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

۶. مراجع

[1] Chih-Hua Chang, Hung-Yun Hsieh. Not every bit counts: A resource allocation problem for data gathering in machine-tomachine communications. Global Communications Conference
(GLOBECOM), 2012:5537-5543.

[2] Danh Le Phuoc, Martin Serrano, Hoan Nguyen Mau Quoc and Manfred Hauswirth, "A complete stack for building Web-of-Things Applications", submitted to the IEEE Computer Systems Journal, Special issue on the Web-of-Things 2013, 2013.

[3] I. Mashal, O. Alsaryrah, T.-Y. Chung, C.-Z. Yang, W.-H. Kuo, andD. P.Agrawal, “Choices for interaction with things on Internet

and underlying issues," Ad Hoc Networks, vol. 28, pp. 68–90, 2015.
[4] M. Wu, T.-J. Lu, F.-Y. Ling, J. Sun, and H.-Y. Du, "Researchon the architecture of internet of things," in Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced ComputerTheory andEngineering (ICACTE '10), vol. 5, pp. V5-484–V5-487, IEEE, Chengdu, China, August 2010.
[5] L.Tan and N.Wang, "Future internet: The internet of things," in Advanced Computer Theory and Engineering
(ICACTE), 2010 3rd International Conference On, pp. V5-376-V5-380, 2010.
[6] Z. Yang, Y. Peng, Y. Yue, X. Wang, Y. Yang and W. Liu, "Study and application on the architecture and key technologies for IOT," in Multimedia Technology (ICMT), 2011 International Conference On, pp. 747-751, 2011.
[7] R. Khan, S. U. Khan, R. Zaheer, and S. Khan, "Future internet: the internet of things architecture, possible applications andkey challenges," in Proceedings of the 10th International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT '12), pp. 257–260, December 2012.
[8] Z. Shelby, K. Hartke, C. Bormann and B. Frank, "Constrained application protocol (CoAP).draft-ietf-core-coap-2018.The Internet Engineering Task Force–IETF, 2013.
[9] Dr. OvidiuVermesan and Dr. Peter Friess, Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystem, River Publishers, Aalborg, 2013.
[10] T. Liu and Y. Duan, Application of Cloud Computing in the Emergency Scheduling Architecture of the Internet of Things, Software Engineering and Service Science (ICSESS), IEEE International Conference,Sep. 2015.
[11] Y. Patil, Azure IOT Development Cookbook, Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2017.
[12] A.Al-Fuqaha, M.Guizani, M.Mohammadi, M.Aledhari, M.Ayyash, "Internet of Things: A Survey on EnablingTechnologies, Protocols and Applications", IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 17, pp. 2347-2376, 2015.
[13] Z. Tejada, Mastering Azure Analytics, Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2017.