Archive of SID

Factors Affecting the Development and Management of Smart City Approach Using a Combination of Big Data and the Internet of Things and Cloud Computing Technologies

Ghodsiyeh Fahmfam*
Master Degree; Dept. of Information Technology; Faculty of Engineering; Islamic Azad University, Tehran South Branch;
Email: v_fahmfam@yahoo.com

Hodjat Hamidi
PhD. in Computer; Assistant Professor; Dept. of Information Technology; Faculty of Industrial Engineering; K. N. Toosi University of Technology Email: h_hamidi@kntu.ac.ir

Iranian Journal of Information Processing and Management

Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc)
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA
Vol. 34 | No. 2 | pp. 557-584
Winter 2019

Received: 21, Nov. 2017 **Accepted: 18, Mar. 2018**

Abstract: Smart city has shown a new form of life development in recent years and has been proposed as an effective approach to better urban management. Conceptually, in these types of cities, the interactions between the new technologies, the new organizations and the new constructive cities of smart cities have been integrated into the social and technical system. The goal of smart city is to realize the integration of urban business, transportation, water, energy and other urban sub-systems through the integration and analysis of data collected through sensors and information and communication technology (ICTs). In this paper, a hybrid structure is proposed using cloud computing and cloud processing and Internet technology for development and management of smart cities and urban planning. In addition, an assessment of sensor development and analysis, and the purpose of building smart cities as well as supporting technologies in these types of cities have been investigated. The present study aims at defining and reviewing large data and objects of the Internet and cloud computing, and identifying existing challenges and constraints. The proposed model structure has 3 layers: the first layer has the task of collecting large data sources and producing content. The second layer is responsible for linking and enhancing sensors and managing data and data processing using the Hadoop architecture. The third layer is responsible for applications and how to use the results and

* Corresponding Author

www.SID.ir

Archive of SID

analytical data. The implementation of this system involves various stages of generating, collecting, integrating, classifying, processing, calculating and deciding information. Based on the information and analysis collected and the architecture of the system in question, the system uses Hadoop single-player in Ubuntu 14.04 LTS. It has been developed with 3.2 GHZ x4 processors and 4 GB of memory. Ultimately, this article has created a new way in the Internet context of objects, where data is gathered from different geographic locations using devices and sensors, and it uses a new system designed and cloud computing services in a city to analyze and cause smart decision making for smart city management and welfare of citizens.

Keywords: Smart City, Bigdata, Internet of Things, Cloud Computing, Architecture and Implementation of Smart City

www.SID.ir

Archive of SID

عوامل مؤثر بر توسعه و مدیریت شهر هوشمند با استفاده از یک رویکرد ترکیبی از فناوری‌های داده‌های بزرگ اینترنت اشیا و رایانش ابری

قدسیه فهم‌فام
کارشناسی ارشد؛ گروه فناوری اطلاعات؛ دانشکدهٔ فنی‌مهندسی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب؛ پدیدآور رابط v_fahmfam@yahoo.com

حجت‌اله حمیدی
دکتری کامپیوتر؛ استادیار؛ گروه فناوری اطلاعات؛ دانشکدهٔ مهندسی صنایع؛ دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی h_hamidi@kntu.ac.ir

پژوهش‌نامهٔ پردازش و مدیریت اطلاعات

دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۳۰ **پذیرش:** ۱۳۹۶/۱۲/۲۷ مقاله برای اصلاح به مدت ۲۹ روز نزد پدیدآوران بوده است.

فصلنامه | علمی پژوهشی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISTA، ISC، و SCOPUS
jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۳۴ | شمارهٔ ۲ | ص‌ص ۵۵۷-۵۸۴
زمستان ۱۳۹۷

چکیده: شهر هوشمند در سال‌های اخیر، شکل جدیدی از توسعهٔ زندگی را نمایان کرده و به‌عنوان یک رویکرد مؤثر برای رسیدن به مدیریت بهتر شهری مطرح شده است. از نظر مفهومی، در این نوع شهرها اثرات متقابل بین تکنولوژی‌های نو، سازماندهی‌های جدید و سیاست‌های نوین سازندهٔ شهرهای هوشمند به‌صورت سیستم اجتماعی و فنی مجتمع شده‌اند. هدف شهر هوشمند، تحقق‌بخشیدن به یکپارچگی خدمات شهری، کسب‌وکار، حمل‌ونقل، آب، انرژی و سایر زیرسیستم‌های شهری از طریق ترکیب و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از طریق سنسورها و فناوری اطلاعات و ارتباطات است. در این مقاله، یک ساختار ترکیبی با استفاده از تجزیه‌وتحلیل و پردازش داده توسط ابر و فناوری اینترنت اشیا برای توسعه و مدیریت شهرهای هوشمند و برنامه‌ریزی‌های شهری پیشنهاد می‌گردد. علاوه بر این، یک ارزیابی از گسترش و آنالیز حسگرها و هدف از ساخت شهر هوشمند و همچنین، تکنولوژی‌های پشتیبان در این نوع شهرها بررسی شده است. مطالعهٔ حاضر به تعریف و بررسی اجمالی داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری پرداخته، سپس چالش‌ها و محدودیت‌های موجود را شناسایی می‌کند. ساختار مدل ارائه‌شده دارای ۳ لایه است که در آن لایهٔ اول وظیفهٔ جمع‌آوری منابع داده‌های بزرگ و تولید محتوا را

www.SID.ir

Archive of SID

دارد؛ لایهٔ دوم مسئول ارتباط بین سنسورها و تقویت آن‌ها بوده و مدیریت اطلاعات و پردازش داده‌ها را با استفاده از معماری Hadoop انجام می‌دهد؛ و لایهٔ سوم مسئول برنامه‌های کاربردی و نحوهٔ استفاده از نتایج و داده‌های تحلیلی است. پیاده‌سازی این سیستم شامل مراحل مختلفی است که تولید، جمع‌آوری، یکپارچه‌سازی، طبقه‌بندی، پردازش، محاسبه و تصمیم‌گیری در مورد اطلاعات را دربرمی‌گیرد. بر اساس اطلاعات و تحلیل‌های جمع‌آوری‌شده و معماری سیستم مورد نظر، این سیستم با استفاده از Hadoop تک‌نوده در Ubuntu 14.04 LTS و با پردازنده‌های 3.2 GHZ x4 و ممووری چهار گیگابایت توسعه پیداکرده است. در نهایت، در این پژوهش، داده‌ها با استفاده از دستگاه‌ها و حسگرها از موقعیت‌های جغرافیایی مختلف جمع‌آوری شده، محاسبات ابری سرویس‌های مختلف در یک شهر را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار داده و موجبات تصمیم‌گیری هوشمند برای مدیریت شهر هوشمند و ایجاد رفاه شهروندان را فراهم می‌آورد.

کلیدواژه‌ها: شهر هوشمند، داده‌های بزرگ، اینترنت اشیا، محاسبات ابری، معماری و پیاده‌سازی شهر هوشمند

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، رشد سریع جمعیت شهری و شهرنشینی و افزایش قابل توجه در دستگاه‌های متصل به اینترنت و حسگرها امکان زندگی در محیط‌های هوشمند را مهیا کرده است. در محیط‌های هوشمند، پدیده‌های مختلفی معرفی شده است؛ از جمله: خانه‌های هوشمند، شبکه‌های هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، سلامت هوشمند و شهرهای هوشمند (Hashema et al. 2016). بسیاری از دولت‌ها در سراسر جهان شروع به بهره‌برداری از داده‌های بزرگ جهت پشتیبانی، گسترش و پایدارکردن شهرهای هوشمند نموده‌اند. در شهر هوشمند زیرساخت لازم برای کارهایی که حکومت، محیط و مردم باید انجام دهند و همچنین، کاربردها و سرویس‌هایی از قبیل مراقبت‌های بهداشتی هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، تحصیلات هوشمند و انرژی هوشمند مشخص شده‌اند. برای فراهم‌کردن این کاربردها و سرویس‌ها، محاسبات زیاد و امکانات ذخیره‌سازی نیاز است. یک راه برای فراهم‌کردن این بستر، استفاده از اینترنت اشیا و بهره بردن از بسیاری از سرویس‌های محاسبات و رایانش ابری به‌منظور پشتیبانی مدیریت داده‌های بزرگ شهر هوشمند و کاربردهاست (AlNuaimi et al. 2015).

ظهور الگوهای فناوری ارتباطات و اطلاعات مثل سیستم محاسبات دیتا[1]، داده‌های

1. data-intensive computing (Big Data)

www.SID.ir

Archive of SID

باز[1]، سیستم‌های توزیع‌شدهٔ بزرگ‌مقیاس[2]، اینترنت اشیاء، محاسبات فیزیکی-اجتماعی[3]، رایانش ابری برای شناخت شهرهای هوشمند ضروری است. در واقع، شهرهای هوشمند در دنیای واقعی به‌وسیلهٔ ترکیب الگوهای معماری متمرکز و غیرمتمرکز و زیرساخت‌هایی مانند میان‌افزارها و اینترنت اشیاء برای پشتیبانی و توسعهٔ برنامه‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی ساخته می‌شوند. ایجاد برنامه‌ها و خدمات جدید در شهرهای هوشمند برای موفقیت آن‌ها حیاتی بوده و محدوده اجرایی این برنامه‌ها خدمات گسترده برای ادارهٔ شهر هوشمند با مدیریت بلادرنگ ترافیک، تفریحات و برنامه‌های توریستی است (Curry et al. 2016). شهر هوشمند منطقهٔ بزرگی از برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا را تشکیل می‌دهد. با این‌که یک تعریف رسمی از شهر هوشمند وجود ندارد، اما این مفهوم جدید تا حد زیادی قابل قبول است. هدف شهر هوشمند، دستیابی به یک استفادهٔ بهتر از منابع عمومی، افزایش کیفیت خدمات ارائه‌شده به شهروندان و کاهش هزینه‌های عملیاتی و خدمات عمومی است. شهرها نقش مهمی در جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی جهان ایجاد می‌کنند و تأثیر بزرگی بر روی محیط‌زیست دارند (Mori and Christodoulou, 2012). شهرهای سراسر جهان به‌دنبال راه‌هایی هستند که بتوانند مشکل حمل‌ونقل، کاربردهای متفاوت از زمین و ارتقای کیفیت خدمات شهری را با داشتن پیامدهای اقتصادی مثبت حل کنند. برای مثال، سیستم حمل‌ونقل کارآمدتر و باکیفیت‌تر که به نیازهای اقتصادی پاسخ دهد، یک عنصر کلیدی برای رشد شهر است. بسیاری از رهیافت‌های جدید مربوط به خدمات شهری بر مبنای استفاده از فناوری‌های نو هستند؛ مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات که به ایجاد «شهر هوشمند» کمک می‌کنند. مفهوم شهر هوشمند فراتر از استفاده از فناوری در شهرهاست (Hamidi, Vafaei & Monadjemi 2009; Albino, Berardi, and Dangelico 2015) شهر هوشمند موجب افزایش نمایی داده‌ها[4] شده است، در نتیجه این حجم عظیم داده‌ها در هستهٔ خدمات ارائه‌شده توسط اینترنت اشیا هستند. پدیدهٔ داده‌های بزرگ توسط حجم، سرعت و گوناگونی انواع داده که با نرخ روزافزون در حال ساخته‌شدن هستند، مشخص‌شده‌اند (Hashema et al. 2016).

ساختار این تحقیق به این شرح است: ابتدا در بخش مقدمه، تعاریفی کلی ذکر شده

1. open data 2. large-scale distributed systems 3. physical-cyber-social computing

۴. منظور این‌که زیرساخت اصلی شهرهای هوشمند داده‌ها هستند که از طریق سنسورها، موبایل‌های هوشمند، دوربین‌های کنترلی و ... به‌صورت تصاعدی ایجاد می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

است. مروری بر ادبیات در بخش ۲، آورده شده و اینترنت اشیا و داده‌های بزرگ و رایانش ابری نیز در این بخش شرح داده شده است. بخش ۳، به معرفی شهر هوشمند پرداخته است. در بخش ۴، به ارائهٔ معماری و پیاده‌سازی مدل مبتنی بر داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری در شهر هوشمند پرداخته می‌شود. ایجاد شهر هوشمند در ابتدای دوران ظهور خود قرار دارد و با محدودیت‌های زیادی مواجه است. برای همین منظور در بخش ۵، برخی از محدودیت‌ها و چالش‌های پژوهشی به‌تفصیل بررسی می‌شوند. و در نهایت، بخش ۶، به نتیجه‌گیری و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی می‌پردازد.

۲. مروری بر ادبیات

رشد سریع جمعیت در شهرها، وجود خدمات و زیرساخت‌های قابل قبولی را اقتضا می‌کند تا بتواند نیازهای آن شهر را برطرف سازد. شهر هوشمند می‌تواند به‌عنوان نوآوری مناطق شهری جدید در نظر گرفته شده و تغییراتی را در کنترل زیرساخت‌های فیزیکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات[1]، منابع اطلاعاتی و زیرساخت‌های اجتماعی موجب شود که خود، باعث احیای شرایط اقتصادی، ادارهٔ بهتر شهر و مدیریت زیرساخت‌هاست. گسترش داده‌های بزرگ و سیر تکاملی فناوری اینترنت اشیا نقش مهمی در به‌وجود آمدن شهرهای هوشمند بازی می‌کنند. زمانی که داده‌ها با حجم‌های بالایی در اختیار ما قرار می‌گیرند، ذخیره‌سازی محلی یا سازمانی و پردازش، دیگر گزینه‌های مناسبی نیستند و تعجبی ندارد که فناوری‌های قدیمی که بر پایگاه داده‌ها متمرکز هستند، دیگر روش مناسب و کارآمدی نباشند. برای این‌که بدانیم چه امری مورد نیاز و چه گزینه‌ای مناسب آن است، نگاهی به فناوری‌های مربوط به پردازش داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری کرده و سپس، نیازمندی‌ها و چالش‌های این نوع پردازش‌ها برای مدیریت شهر هوشمند را بررسی می‌کنیم. برای دستیابی به این هدف، تحقیقی جامع در مقالات انجام شد که شامل مقالات ژورنال‌ها و کنفرانس‌هاست. در نظر گرفتن حجم وسیعی از منابع جهت بررسی جامع موضوع لازم بود. جدول ۱، شامل مقالات برجسته در این تحقیق است که در آن مقالات مورد استفاده ذکر شده است.

1. information and communication technologies (ICT)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مروری بر ادبیات موضوع

عنوان مقاله	نویسندگان	نام مجله	موضوع
جهت‌گیری‌ها، چالش‌ها و بررسی واقعیت شهر هوشمند	Walravens (2014)	Telematics and Informatics	روش‌های گوناگون عملیاتی شهر هوشمند از قبیل روش‌های حدگرایانه extreme و یک روش جبرگرایانه final با هدف پاسخگویی به آن‌ها
شهرهای هوشمند: تعاریف، ابعاد، عملکرد، مشوق‌ها	Albino, Berardi and Dangelico (2015)	Journal of Urban Technology	تعاریف، ابعاد و عملکرد شهر هوشمند
کاربرد کلان داده‌ها برای شهرهای هوشمند	Al Nuaimi et al. (2015)	Springer	مرور کاربردهای داده‌های بزرگ برای پشتیبانی شهرهای هوشمند
ادغام و یکپارچه‌سازی محاسبات ابری و اینترنت اشیا: مروری	Botta et al. (2015)	Future Generation Computer System	تمرکز بر یکپارچه‌سازی ابر و اینترنت اشیا و ایجاد الگوی Cloud-IOT
برنامه‌ریزی شهری و ساخت شهرهای هوشمند بر اساس IOT و تحلیل دادهٔ بزرگ	Mazhar Rathore et al. (2015)	Computer Networks (Elsevier)	ارائهٔ یک سیستم ترکیبی IOT با استفاده از تحلیل داده برای توسعهٔ شهرهای هوشمند و برنامه‌ریزی‌های شهری برای شهر هوشمند
تکنولوژی داده‌های بزرگ و محاسبات ابری	Tian, Yong (2015)	Optimized Cloud Resource Management and Scheduling (Elsevier)	پیش‌زمینه و تعریف «داده‌های بزرگ» و رابطهٔ چالش‌برانگیز میان پردازش ابری و داده‌های بزرگ
نقش کلان داده‌ها در شهر هوشمند	Hashema et al. (2016)	International Journal of Information Management (Elsevier)	چشم‌انداز تحلیل داده‌های بزرگ برای پشتیبانی از شهرهای هوشمند
تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا برای جوامع هوشمند و متصل‌به‌هم	Sun et al. (2016)	IEEE	مفهوم جوامع هوشمند و متصل‌به هم را شرح می‌دهد
شهر هوشمند- ایجاد سرویس‌ها و کاربردها	Curry et al. (2016)	Journal of Internet Services and Applications	بررسی سهم طراحی و گسترش زیرساخت‌ها، خدمات و عملکرد برای شهر هوشمند
به‌سوی یک سیستم مبتنی بر اینترنت اشیا برای شهر هوشمند	Campos et al. (2016)	IEEE	ارائهٔ یک سیستم مبتنی بر اینترنت اشیا، شهر هوشمند به نام SIGNURB
شهر هوشمند با ویژگی چینی در پس‌زمینهٔ داده‌های بزرگ: ایده، عمل و خطر	Wu et al. (2017)	Journal of Cleaner Production (Elsevier)	راهنمایی دولت‌های محلی چین به‌منظور تسهیل برنامه‌ریزی سیستماتیک شهر هوشمند

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۱. داده‌های بزرگ

در حال حاضر، مقدار زیادی داده توسط منابع مختلف مانند تلفن‌های هوشمند، کامپیوترها، حسگرها، دوربین‌های سیستم‌های موقعیت‌یاب جهانی، سایت‌های شبکه‌های اجتماعی، معاملات تجاری و بازی‌ها تولید می‌شود. داده‌های بزرگ می‌توانند در برنامه‌های تصمیم‌گیری برای هرگونه توسعه در خدمات، منابع و مناطق شهر هوشمند یاری‌کننده باشند. تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند اطلاعات معنادار را از اقیانوس داده‌های تولیدشده توسط دستگاه‌های حسگر استخراج کند (Jalali, El-Khatib & McGregor 2015). تجزیه‌وتحلیل مؤثر و استفاده از داده‌های بزرگ به یک عامل کلیدی برای موفقیت در بسیاری از حوزه‌های خدماتی و تجاری، به‌عنوان مثال شهر هوشمند تبدیل شده است. در ماه مارس سال ۲۰۱۲، رئیس‌جمهور «اوباما» گسترش ابتکار عمل و تحقیق و توسعهٔ داده‌های بزرگ را به رسمیت اعلام نمود (Li, Cao & Yao 2015). داده‌های بزرگ از ۴ ویژگی مهم برخوردارند: حجم و اندازه[1]، سرعت[2]، تنوع[3] و مقدار[4] که با 4V به آن‌ها اشاره می‌شود و حاکی از حجم بسیار بالای داده‌ای، سرعت پردازشی بالا، و انواع متنوع داده‌ای است (Tian & Zhao 2015). کاربرد فناوری داده‌های بزرگ در شهر هوشمند، شامل ذخیره‌سازی و پردازش بلادرنگ داده‌ها برای تولید اطلاعاتی که خدمات مختلف شهر هوشمند را افزایش دهد، امکان‌پذیر می‌شود. جدول ۲، خلاصه‌ای از کاربردهای مختلف استفاده از داده‌های بزرگ در شهر هوشمند را نشان می‌دهد (Hashema et al., 2016).

1. volume 2. velocity 3. variety 4. value

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. خلاصهٔ کاربردهای مختلف استفاده از داده‌های بزرگ در شهر هوشمند

کاربرد	استفادهٔ خاص	اینترنت اشیا	فناوری‌های ارتباطی ممکن	مزایا	محدودیت‌ها
بهداشت و درمان هوشمند	نظارت بر سلامتی	حسگرها، دستگاه‌های پوشیدنی هوشمند	Bluetooth Zigbee	تشخیص سریع بیماری	عدم دقت
حمل‌ونقل هوشمند	مدیریت مسیریابی کارا	اتومبیل‌های هوشمند، دوربین‌ها، کارت‌های RFID	RFID 4G 5G	◇ مدیریت ترافیک خودکار ◇ مدیریت کارآمد مسیر	عدم اتصال شبکه می‌تواند باعث حوادث جدی شود
دولت هوشمند	ایجاد سیاست‌های هوشمند با هدف مدیریت شهروندان	تلفن‌های هوشمند دوربین‌ها حسگرها	WiFi,LTE, LTE-A, WiMax, Bluetooth, LoRaWAN	◇ ازدحام کمتر ◇ آگاهی در مورد نیازهای شهروندان	– جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها دشوار به نظر می‌رسد – سیاست شفاف
شبکه هوشمند	مدیریت عرضهٔ توان	کنتورهای هوشمند، قرائت‌کنندگان هوشمند	WiFi, Zigbee, Z-Wave	◇ سیاست شفاف ◇ تأمین کارآمد توان ◇ برآورده‌کردن نیازهای آتی	– هزینه‌بر – مدیریت سخت
خانهٔ هوشمند	مدیریت انرژی	حسگرها	WiFi, Bluetooth, 5G،4G	◇ بهینه‌سازی مصرف انرژی ◇ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای	جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها دشوار به نظر می‌رسد

۲-۲. اینترنت اشیا

اینترنت اشیا[1] یک الگوی جدید تکنولوژی بوده و به‌عنوان شبکه‌ای جهانی از ماشین‌ها

1. Internet of Things (IoT)

www.SID.ir

Archive of SID

و دستگاه‌هایی است که توانایی تعامل با یکدیگر را دارند. اینترنت اشیا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محورهای تکنولوژی آینده شناخته شده و توجه قابل ملاحظه‌ای از صنعت را به خود اختصاص داده است. البته، این تکنولوژی جدید به چند تکنولوژی ضروری نیاز دارد و با چالش‌هایی نیز مواجه است (Parei & Hamidi 2017). اینترنت اشیا یک اتصال از طریق اینترنت برای اشیا توسط سنسورها و فعال‌کننده‌ها و ارتباط تکنولوژی‌ها به دنیای فیزیکی است (Gubbi et al. 2013). اینترنت اشیا به یک شبکهٔ گستردهٔ جهانی از اشیای متصل به هم و دارای آدرس‌های منحصربه‌فرد مبتنی بر پروتکل‌های ارتباطی استاندارد اشاره می‌کند که نقطهٔ همگرایی آن‌ها اینترنت است. این اشیا به‌عنوان حسگرها عمل می‌کنند و می‌توانند جهت رسیدن به یک هدف مشترک با یکدیگر تعامل داشته باشند. بدون شک اصلی‌ترین ویژگی اینترنت اشیا تأثیرگذاری آن بر زندگی روزمرهٔ کاربران بالقوه است. اینترنت اشیا تأثیرات قابل توجهی بر سناریوهای کاری و خانگی دارد، جایی که می‌تواند نقش مهمی در آیندهٔ نزدیک در زمینه‌های کمک به زندگی افراد، سلامت الکترونیکی، حمل‌ونقل هوشمند و غیره ایفا کند. اینترنت اشیا همچنین، پیامدهای مهمی در حوزهٔ کسب‌وکار (لجستیک، اتوماسیون صنعتی، حمل‌ونقل کالاها، ایمنی و غیره) دارد. به همین دلیل، شورای ملی اطلاعات در سال ۲۰۰۸، اینترنت اشیا را به‌عنوان یکی از شش فناوری دارای پتانسیل تأثیرگذاری بر منافع «ایالات‌متحده» تا سال ۲۰۲۵ معرفی نموده است (همان). در واقع، تعداد دستگاه‌های متصل به‌هم در سال ۲۰۱۱ از تعداد افراد پیشی گرفت (همان). در سال ۲۰۱۲، تعداد دستگاه‌های متصل به هم به ۹ میلیارد رسید و انتظار می‌رود که این تعداد تا سال ۲۰۲۰ به ۲۴ میلیارد برسد. چنین ارقامی بیانگر آن است که اینترنت اشیا یکی از منابع اصلی داده‌های بزرگ خواهد بود. اینترنت اشیا شامل اشیای کوچک دنیای واقعی است که شامل ذخیره‌سازی و ظرفیت پردازشی محدود است و موجب یک‌سری نگرانی‌ها دربارهٔ میزان کارایی، امنیت و حریم خصوصی در میان مردم شده است. در بخش زیر، برخی از مهم‌ترین جوانب اینترنت اشیا توصیف شده است (همان).

۲-۳. رایانش ابری

رایانش ابری برای توصیف انواع مختلف مدل‌های محاسباتی که کامپیوترهای زیاد یا خوشه‌های متصل‌شده از طریق شبکهٔ ارتباطی بلادرنگ[1] را درگیر می‌کند، به‌کار

1. real-time

www.SID.ir

Archive of SID

می‌رود. علاوه بر این، محاسبات ابری می‌تواند برای محاسبات نرم‌افزاری دستگاه‌های نظارتی، دستگاه‌های ذخیره‌سازی، ابزارهای تحلیل پلتفرم‌های بصری‌سازی و تحویل مشتری را ادغام کنند و زیرساخت‌های مجازی فراهم کند (Chang, Wills & Roure 2010; Chang, Walters & Wills 2013). محاسبات ابری همچنین، می‌تواند یک موتور اصلی از طریق فناوری داده‌های بزرگ مانند چارچوب «هدوپ»[1] ارائه کند. «هدوپ» برای ارائهٔ مدل‌های برنامه‌نویسی و پلتفرم برای پردازش توزیع‌شدهٔ مجموعهٔ داده‌های بزرگ در سرتاسر خوشه‌های متفاوت معرفی شد. «هدوپ» شامل دو جز اصلی است: سیستم فایل توزیع‌شدهٔ «هدوپ» و «مپ‌ردیوس»[2] که بسیار به یکدیگر مرتبط هستند. «هدوپ» برای نیازمندی‌های بلادرنگ ذخیره‌سازی داده‌ها و پردازش در شهر هوشمند راهکارهایی را در نظر گرفته است که پذیرش معماری جریان اطلاعات، ارتباط کارا و بدون نشت بین دستگاه‌های حسگر درون شبکهٔ شهر هوشمند را تضمین می‌کند. این فناوری به‌تازگی با معرفی پلتفرم‌های پردازش جریان مانند «آپاچی S4»[3]، «استورم»[4] و «اسپارک»[5] اتخاذ شده است که می‌تواند ذخیره‌سازی و پردازش داده در سرتاسر گره‌های مختلف متصل را امکان‌پذیر سازد (Hashema et al. 2016).

انواع ابرها: ابرها دارای انواع مختلفی هستند (Zhang, Cheng & Boutaba 2010; Mell 2009 و عبارت‌اند از: ۱) ابر خصوصی که برای استفادهٔ انحصاری یک سازمان بوده و معمولاً تحت تملک و مدیریت آن سازمان است؛ ۲) ابر جامعه که مورد استفادهٔ یک جامعهٔ خاص از مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد و دارای ملاحظات مشترکی است؛ ۳) ابر عمومی که برای استفادهٔ عموم است؛ ۴) ابر ترکیبی (هیبریدی) که از یک یا چند زیرساخت ابری مجزا (خصوصی، جامعه یا عمومی) تشکیل شده است؛ (۵) ابر خصوصی مجازی که جایگزینی برای حل مشکلات مربوط به آدرس‌دهی مربوط به ابرهای عمومی و خصوصی به شمار

---

۱. Hadoop دربردارنده تعدادی از سرویس‌های (جمع‌آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل، نگه‌داری) کار با داده در درون خود است. در واقع، همهٔ محاسبات، پردازش ها و تولید نتیجه‌ها در سیستم «هدوپ» انجام می‌شود.

۲. MapReduce یک مدل برنامه نویسی قدرتمند برای پردازش توزیع‌شده و موازی داده‌های بزرگ روی خوشه‌ها فراهم می‌کند.

3. Apache S4

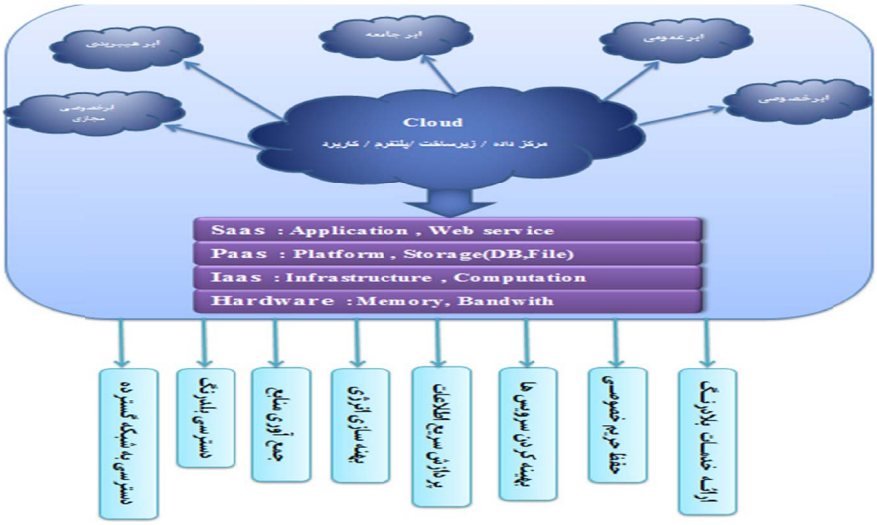
4. Storm

۵. Spark یک چارچوب پردازش متن باز است که برای پردازش حجم عظیمی از داده‌ها و ارزیابی به‌کار می‌رود.

www.SID.ir

Archive of SID

می‌رود و با استفاده از فناوری‌های مربوط به شبکهٔ خصوصی مجازی (VPN)[1] صاحبان کسب‌وکار را قادر می‌سازد که تنظیمات مورد نیاز شبکه از قبیل امنیت و توپولوژی وغیره را انجام دهند (Botta et al. 2015). معماری لایه‌ای و مدل‌های خدماتی استاندارد و مزایای ابر به اختصار در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۱. معماری لایه‌ای و مدل‌های خدماتی استاندارد و مزایای ابر

۳. شهر هوشمند

شهرها نقش مهمی در جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی جهان ما داشته و تأثیر بزرگی بر روی محیط زیست دارند. شهرهای سراسر جهان به‌دنبال راه‌هایی هستند که بتوانند مشکل حمل‌ونقل را حل کنند. سیستم حمل‌ونقل کارآمدتر و باکیفیت‌تر که به نیازهای اقتصادی پاسخ دهند، یک عنصر کلیدی برای رشد شهر است. بسیاری از رهیافت‌های جدید مربوط به خدمات شهری بر مبنای استفاده از فناوری هستند؛ مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات که به ایجاد «شهر هوشمند» کمک می‌کند. مفهوم شهر هوشمند فراتر از استفاده از فناوری در شهرهاست (Albino, Berardi and Dangelico 2015).

در این پژوهش تلاش شده است با ارائه یک معماری برای شهر هوشمند به دانش

1. Virtual Private Network (VPN)

www.SID.ir

Archive of SID

جدیدی در مورد شهر هوشمند دست پیدا کرده، ابعاد مختلف آن را شناسایی و مدلی برای مدیریت برنامه‌ریزی شهر هوشمند پیاده‌سازی کنیم. تعاریف زیادی از شهر هوشمند وجود دارد. اغلب با جایگزین کردن «هوشمند» با اصطلاحات و صفات دیگر دامنه‌ای از مفاهیم متنوع به‌دست می‌آید؛ مانند باهوش یا دیجیتال. برچسب شهر هوشمند مفهوم فازی است. شهر هوشمند باید تمرکز زیادی بر حکومت داشته باشد و در نتیجه، وابستگی به توسعهٔ شهری مشخص می‌شود. چه‌بسا، «شهر هوشمند» در سال‌های اولیه پدیده‌ای شهری بود تا فنی (Hollands 2008).

در یکی از مستندات شرکت IBM ابراز شده است که شهر هوشمند «شهری مجهز به ابزار، متصل و باهوش» است. مجهز بودن، به توانایی ثبت و یکپارچه‌کردن داده‌های جهان واقعی از طریق استفاده از سنسورها، تجهیزات و لوازم شخصی وابسته است. «متصل بودن» به معنای یکپارچه‌کردن داده‌ها با زیرساخت پردازشی است که اجازهٔ مبادلهٔ چنین اطلاعاتی را در شهرهای مختلف می‌دهد. جدول ۳، برخی از تعاریف مختلف مربوط به «شهر هوشمند» را نشان می‌دهد. چه‌بسا، این جدول به نیازهای مردم و جامعه بهتر نگاه می‌کند. «بتی» و همکاران بر این جنبه از فناوری اطلاعات و ارتباطات تأکید داشته‌اند که نحوهٔ عملکرد هر زیرسیستم را ارتقاء داده و هدف نهایی ارتقای کیفیت زندگی است (Batty et al. 2015). از دیدگاه فنی، شهر هوشمند، شهری است که فناوری اطلاعات و ارتباطات در آن حضور زیادی دارد و در زیرساخت‌ها و خدمات مهم آن به‌کار رفته است (Albino, Berardi and Dangelico 2015).

جدول ۳. تعاریف شهر هوشمند

تعاریف	منبع
شهر هوشمندبودن به معنای استفاده از همهٔ منابع و فناوری‌های موجود در حالتی هماهنگ و هوشمند است. به این طریق می‌توان مراکز شهری را به‌گونه‌ای توسعه داد که تجدیدپذیر و یکپارچه باشند.	Barrionuevo, Berrone & Ricart (2012)
شهر زمانی هوشمند می‌شود که در زمینهٔ نیروی انسانی و اجتماعی (حمل‌ونقل) و فناوری (ICT) سرمایه‌گذاری انجام شود، اقتصاد دارای رشد باشد، کیفیت زندگی بالا باشد و مدیریت منابع طبیعی به‌درستی صورت پذیرد.	Caragliu, Del Bo, and Nijkamp (2011)

www.SID.ir

Archive of SID

تعاریف	منبع
دو جنبهٔ اصلی در پژوهش‌ها وجود دارد: ۱) شهرهای هوشمند باید هر کاری را برای اقتصاد و حکومت با استفاده از پارادایم‌های فکری جدید انجام دهند. ۲) شهرهای هوشمند دربارهٔ شبکه‌ای از سنسورها، تجهیزات هوشمند، داده‌های بی‌درنگ و یکپارچهٔ ICT در هر جنبه‌ای از زندگی مردم است.	Cretu (2012)
یک شهر هوشمند مبتنی بر تبادل هوشمندانهٔ اطلاعات است که بین زیرسیستم‌های متعددش جریان دارد. گردش اطلاعات تبدیل به خدمات تجاری شهروندان می‌شود. شهر بر مبنای این اطلاعات عمل خواهد کرد تا اکوسیستم مؤثرتر و تجدیدپذیر داشته باشد.	Gartner (2014)
یک شهر هوشمند شهری است که شرایط شادتر و سالم‌تری را برای افراد جامعه فراهم می‌آورد؛ آن هم در شرایطی چالش‌برانگیز که مسائل اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و جهانی را همراه دارد.	Guan (2012)
شهرهای هوشمند ظرفیت بالایی برای یادگیری و نوآوری دارند که همراه است با خلاقیت در مردم، مؤسسات دانش‌بنیان و زیرساخت‌های دیجیتالی برای ارتباطات و مدیریت دانش.	Komninos (2011)
شهرهای هوشمند نتیجهٔ راهبردهای خلاقانه و مبتنی بر دانش است که هدف از آن‌ها بهبود عملکرد شهرها از جنبه‌های استراتژی، زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی است. چنین شهرهایی ترکیبی از سرمایهٔ انسانی، اجتماعی و کارآفرینی هستند.	Kourtit and Nijkamp (2012)
شهرهای هوشمند بهره‌وری بالایی دارند، زیرا آن‌ها ترکیبی از افراد تحصیل‌کرده، شغل‌های مبتنی بر دانش، سیستم‌های برنامه‌ریزی و فعالیت‌های خلاقانه هستند.	Kourtit and Nijkamp (2012)
شهر هوشمند اطلاعات را به زیرساخت فیزیکی تبدیل می‌کند تا سیار بودن را تسهیل کند، کارآمدی را افزایش دهد، باعث صرفه‌جویی انرژی شود، و کیفیت آب‌وهوا بهبود یابد. سبب می‌شود مشکلات، شناسایی و سریع‌تر حل شود، اطلاعات برای تصمیم‌های بهتر جمع‌آوری شود، از منابع استفادهٔ بهتری شود و داده‌ها برای مشارکت و همکاری گردآوری شود.	Nam and Pardo (2011)
هدف از شهر هوشمند ایجاد اقتصادی خلاق از طریق سرمایه‌گذاری بر کیفیت زندگی و جذب کارگران اطلاعاتی است.	Thite (2011)
شهرهای هوشمند تلاش دارند عملکرد شهری را با استفاده از داده، اطلاعات و فناوری اطلاعاتی ارتقا دهند تا خدمات مؤثرتری را به شهروندان ارائه داده، زیرساخت‌های موجود را اداره و بهینه کرده و مشارکت بین نقش‌آفرینان مختلف را افزایش داده و مدل‌های کسب‌وکارهای نوآورانه را در بخش خصوصی و عمومی گسترش دهند.	Marsal-Llacuna, Colomer-Llina` and Mele´ndez-Frigola (2014)

شهر هوشمند اخیراً به‌عنوان یک روش مؤثر برای رسیدن به مدیریت بهتر شهری مطرح شده است. هدف شهر هوشمند برای تحقق‌بخشیدن به یکپارچگی خدمات شهری، کسب‌وکار، حمل‌ونقل، آب، انرژی و سایر زیرسیستم‌های شهری از طریق ترکیب نزدیک ذهن انسان و فناوری اطلاعات و ارتباطات است. اصطلاح شهر هوشمند نقطهٔ مشترک جامعهٔ اطلاعاتی و شهر دیجیتالی است. شهرهای هوشمند تلاش می‌کنند تا با استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

از فناوری‌های اطلاعاتی، زندگی و کار کردن را دگرگون کنند. مردم، قهرمانان یک شهر هوشمند هستند که آن را از طریق تعاملات همیشگی شکل می‌دهند. به همین دلیل، اصطلاحاتی دیگر اغلب با مفهوم شهر هوشمند مرتبط هستند؛ برای مثال، خلاقیت محرک اصلی یک شهر هوشمند است و در نتیجه، آموزش، یادگیری و دانش مؤلفه‌های اصلی شهر هوشمند هستند (Alawadhi et al.2012; Albino, Berardi and Dangelico 2015). شهر هوشمند مرکز آموزش عالی، اشخاص تحصیل‌کرده‌تر و نیروی کار ماهرتر است. شهرهای هوشمند مانند آهنربایی برای افراد خلاق است و آن‌ها را هوشمندتر می‌کند. در نتیجه، شهر هوشمند فرصت‌های زیادی را برای افراد جامعه فراهم می‌آورد. بیشترین نرخ رشد، متعلق به شهرهایی است که سهم بالایی از نیروی کار تحصیل‌کرده در آن وجود داشته باشد. مفهوم باهوش، ماهر، هوشمند، خلاق، متصل و رقابتی بودن تبدیل به جزء اصلی توسعهٔ شهری شده است. در چند سال گذشته منابع زیادی در این باره منتشر شده است. توسعهٔ محیط‌های شهری مبتنی بر دانش با پیشرفت‌های حاصل در زمینهٔ فناوری‌های ابری مربوط به سیستم‌های مانیتورینگ[1] شهری تسهیل شده است (Hancke, Silva and Hanck 2014). چهار مؤلفهٔ شهر هوشمند عبارت است از: صنعت[2]، آموزش[3]، مشارکت[4] و زیرساخت[5] فنی. البته، «دانشگاه وین» آن را به شش مورد توسعه می‌دهد: اقتصاد هوشمند، سیار بودن هوشمند، محیط هوشمند، مردم هوشمند، زندگی هوشمند و حکومت هوشمند است (Parei & Hamidi 2017). از دیدگاهی دیگر، مؤلفه‌های کلیدی شهر هوشمند عبارت‌اند از: فناوری، مردم (خلاقیت، تنوع و آموزش) و مؤسسات (دولت و سیاست). بنابراین، یک شهر زمانی هوشمند می‌شود که سرمایه‌گذاری بر روی سرمایهٔ انسانی و اجتماعی همراه با زیرساخت ICT به رشد تجدیدپذیری و بهبود کیفیت زندگی منجر شود (Dijkman et al. 2015).

٤. معماری و پیاده‌سازی مدل برای شهر هوشمند با و به‌کارگیری BigData و Cloud و IoT

همان‌طور که پیش‌تر توضیح داده شد، شهرهای هوشمند با استفاده از تکنولوژی‌های دیجیتالی، هوشمندتر خواهند شد. شهرهای هوشمند به وسایل الکترونیکی و برنامه‌های

1. monitoring systems
2. industry
3. education
4. taking part
5. infrastructure

www.SID.ir

Archive of SID

کاربـردی هوشـمند تجهیـز می‌شـوند؛ از آن جملـه، دوربین‌هـای مسـتقر در خیابـان بـرای سیسـتم‌های نظارتـی، سنسـورهای سیسـتم‌های حمل‌ونقـل و غیـره. همچنیـن، ابتکاراتـی وجـود دارنـد کـه از عناصـر اسـتفاده می‌کننـد تـا سـرویس‌های ارزشـمندی ماننـد نمـای خیابانـی گـوگل، سیسـتم موقعیت‌یابـی جهانـی[1] و غیـره را راه‌انـدازی کننـد.

ایـن یـک واقعیـت اسـت کـه برنامه‌هـای کاربـردی توسـعهٔ برنامه‌ریـزی شـهری می‌تواننـد از قابلیت‌هـای IoT یـک شـهر هوشـمند، کـه بـر مناطـق محلـی هـم تأثیرگـذار اسـت، سـود ببرنـد. ایـن تأثیـرات شـامل سـلامتی، امنیـت و سیسـتم‌های حمل‌ونقـل و پویایـی و آلودگـی نیـز می‌شـود. در ایـن شـهرها پروژه‌هـای مختلـف مربـوط بـه نظـارت بـر دوچرخه‌سـوار، اتومبیـل، پارکینـگ عمومـی و غیـره در نظـر گرفتـه شـده‌اند کـه از سنسـورها بـرای جمع‌آوری مجموعـهٔ داده‌هـا اسـتفاده می‌کننـد. ظاهـراً، دامنـهٔ خدمـات دیگـری از برنامه‌هـای کاربـردی تعریـف شـده اسـت کـه بـا بهره‌گیـری از زیرسـاخت اینترنـت اشـیا در عملیـات آب‌وهـوا، سـروصدا، آلودگـی، ترافیـک و نظـارت سیسـتم در شـهرها، باعـث ایجـاد زیرسـاخت‌های شـهر هوشـمند می‌شـوند. داده‌هـای بـزرگ بـرای تجزیه‌وتحلیـل جنبه‌هـای مختلـف شـهر هوشـمند مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرنـد و بـا اسـتفاده از اطلاعـات به‌دسـت‌آمده از گذشـته، بـرای بهبـود شـهرها بـه‌کار مـی‌رود. بنابرایـن، راه حلـی کـه در نظـر گرفتـه شـده تـا در شـهر هوشـمند بـه‌کار گرفتـه شـود، بـا چارچوب «هـدوپ» و «اسـپارک» پیاده‌سـازی و تسـت شـده اسـت تـا بتوانـد تأثیـرات تصمیم‌گیـری آنلایـن در شـهر هوشـمند را مـد نظـر قـرار دهـد. عـلاوه بـر آن «هـدوپ» و «مپ‌ردیـوس» بـرای حجـم زیـادی از اطلاعـات و برنامه‌ریـزی شـهری و پیشـرفت‌های آینـده مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرنـد (Mazhar Rathore et al. 2015).

بـر اسـاس نیازهـای شـهر هوشـمند و برنامه‌ریـزی شـهری، معمـاری در ۳ سـطح در نظـر گرفتـه شـده اسـت کـه داده‌هـای بـزرگ و اینترنـت اشـیا را بـا اسـتفاده از رایانـش ابـری بـرای ایجـاد شـهرهای هوشـمند تحلیـل می‌کنـد. معمـاری کامـل در شـکل ۲، نمایـش داده شـده اسـت. لایـهٔ اول بخـش داده، لایـهٔ دوم بخـش دیجیتال‌سـازی و لایـهٔ سـوم سـطح هـوش اسـت کـه عملکـرد هـر سـطح بـه شـرح زیـر اسـت:

لایـهٔ زیریـن: ایـن لایـه کـه می‌تـوان از آن به‌عنـوان بخـش داده نـام بـرد، وظیفـهٔ ایجـاد دیتـا از داده‌هـای بـزرگ را بـر عهـده دارد و اطلاعـات را جمع‌آوری و جمع‌بنـدی می‌کنـد. تـا زمانـی

1. GPS: Global Positioning System

www.SID.ir

Archive of SID

کـه تعـداد زیـادی از سنسـورها در تولیـد دیتـا همـکاری می‌کننـد، تعـداد زیـادی داده‌هـای ناهمگـون بـا فرمـت و اندازه‌هـای متفـاوت تولیـد می‌شـود. بنابرایـن، تکنیک‌هـای ثبـت و فیلتـر در ایـن لایـه بـه‌کار مـی‌رود تـا اطلاعـات غیرضـروری ماننـد دیتاهـای تکـراری را فیلتـر کنـد. آنـگاه، داده‌هـا را از سنسـورها دریافـت و از طریـق تکنولـوژی ZigBee بـه نود[1]هـا می‌فرسـتد و بـا اسـتفاده از اینترنـت و تکنولوژی‌هـای مختلـف برقـراری ارتبـاط را میسـر می‌سـازد؛ مثال‌هایـی از ایـن تکنیک‌هـا عبارت‌انـد از: WIFI و WIMAX و LTE و 4G و 5G.

لایـهٔ میانـی: ایـن لایـه، لایـهٔ اصلـی سیسـتم تحلیلـی اسـت کـه مسـئولیت تجزیه‌وتحلیـل و پـردازش اطلاعـات را بـر عهـده دارد. اطلاعـات و داده‌هـا پـس از جمع‌آوری از IoT و اینترنـت بـه ابـر منتقـل می‌شـود. از آنجـا کـه بـه تحلیـل و تجزیـهٔ زمـان واقعـی بـرای سیسـتم‌های هوشـمند نیـاز اسـت، از سیسـتم فایـل توزیع‌شـدهٔ «هـدوپ»[2] اسـتفاده شـده و سیسـتم واقعـی مـورد نظـر پیاده‌سـازی شـده اسـت. سیسـتم «هـدوپ» دارای فایـل ذخیره‌سـازی HDFS[3] اسـت کـه اطلاعـات را بـه بخش‌هـای مسـاوی تقسـیم کـرده و آن‌هـا در نودهـای مختلفـی به‌صـورت جداگانـه ذخیـره می‌کنـد و سـپس، بـا اسـتفاده از سیسـتم «مپ‌ردیـوس» یک‌سـری پردازش‌هـای مـوازی روی ایـن بخش‌هـا انجـام می‌شـود. در نهایـت، تصمیم‌گیـری بـر اسـاس نتایـج تولیدشـده توسـط ایـن سیسـتم انجـام می‌شـود. رونـد تصمیم‌گیـری بـه ایـن شـکل اسـت کـه از ماشـین‌های یادگیـری، الگوهـای تشـخیص، محاسـبات و مدل‌هـای تصمیم‌گیـری اسـتفاده می‌کنـد. بـرای یـک پیاده‌سـازی بلادرنـگ می‌تـوان از «اسـتورم» و «اسـپارک» اسـتفاده کـرد. در لایـهٔ بالایـی «هـدوپ» سـاختار مشـابه «مپ‌ردیـوس» و HDFS مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیـرد. بـا اسـتفاده از ایـن سیسـتم می‌تـوان از Hive[4]، HBase[5] و SQL بـرای مدیریـت پایـگاه داده و ذخیـرهٔ اطلاعـات اسـتفاده نمـود. (بـرای برنامه‌ریـزی شـهری تـا زمانـی کـه نتایـج بلادرنـگ اهمیتـی نداشـته باشـد، از «هـدوپ» بـا برنامه‌نویسـی «هـدوپ» اسـتفاده می‌شـود). ابـر یـک مـدل اسـتفادهٔ مبتنـی بـر تقاضاسـت کـه

---

1. node

۲. Hadoop در بردارنـده تعـدادی از سـرویس‌های (جمع‌آوری، ذخیـره، تجزیـه و تحلیـل، نگـه‌داری) کار بـا داده در درون خـود اسـت. در واقـع، همـهٔ محاسـبات، پردازش‌هـا و تولیـد نتیجه‌هـا در سیسـتم Hadoop انجـام می‌شـود.

3. Hadoop Distributed File System

۴. Hive یـک انبـار داده در اکوسیسـتم «هـدوپ» اسـت کـه مسـئولیت خوانـدن، نوشـتن و مدیریـت داده‌هـای بـزرگ در یـک محیـط توزیع‌شـده را بـا اسـتفاده از واسـطی ماننـد SQL بـر عهـده دارد.

۵. Hbase پایـگاه داده‌ای توزیع‌شـده، غیررابطـه‌ای، متـن بـاز و یکـی از انـواع پایـگاه داده‌هـای NOSQL محسـوب می‌شـود کـه بـرای زیرسـاخت خـود از HDFS اسـتفاده می‌کنـد و قابلیت‌هایـی نظیـر BigTable را فراهـم مـی‌آورد.

www.SID.ir

Archive of SID

تـوان پردازشـی نامحـدودی را به‌طـور مجـازی ارائـه می‌کنـد. نیازهـای پردازشـی اینترنـت اشـیا جهـت انجـام تجزیه‌وتحلیـل داده‌هـا، محاسـبات بلادرنـگ و پیاده‌سـازی برنامه‌هـای کاربـردی مقیاس‌پذیـر، بـا امنیـت، مبتنـی بـر حسـگر بـرای مدیریـت رویدادهـا و اتفاق‌هـای غیرمترقبـه و پیچیـده و بـرای صرفه‌جویـی در مصـرف انـرژی بـرآورده می‌شـوند. اسـتفاده از فنـاوری ابـر سـبب می‌شـود کـه بـا بهبـود امنیـت داده‌هـا و خدمـات موجـود، بـر چالش‌هـای رایـج نظیـر امنیـت، حفـظ حریـم خصوصـی و قابلیـت اطمینان‌بـودن داده‌هـا غلبـه شـود. بـه لطـف مدیریـت مؤثـر داده‌هـای حسـگرها، می‌تـوان خدمـات کمکـی را به‌صـورت بلادرنـگ بـه افـراد، مراکـز، سـازمان‌ها و دولـت و غیـره ارائـه کـرد تـا بـه بهبـود مدیریـت برنامه‌ریـزی شـهری کمـک شـود.

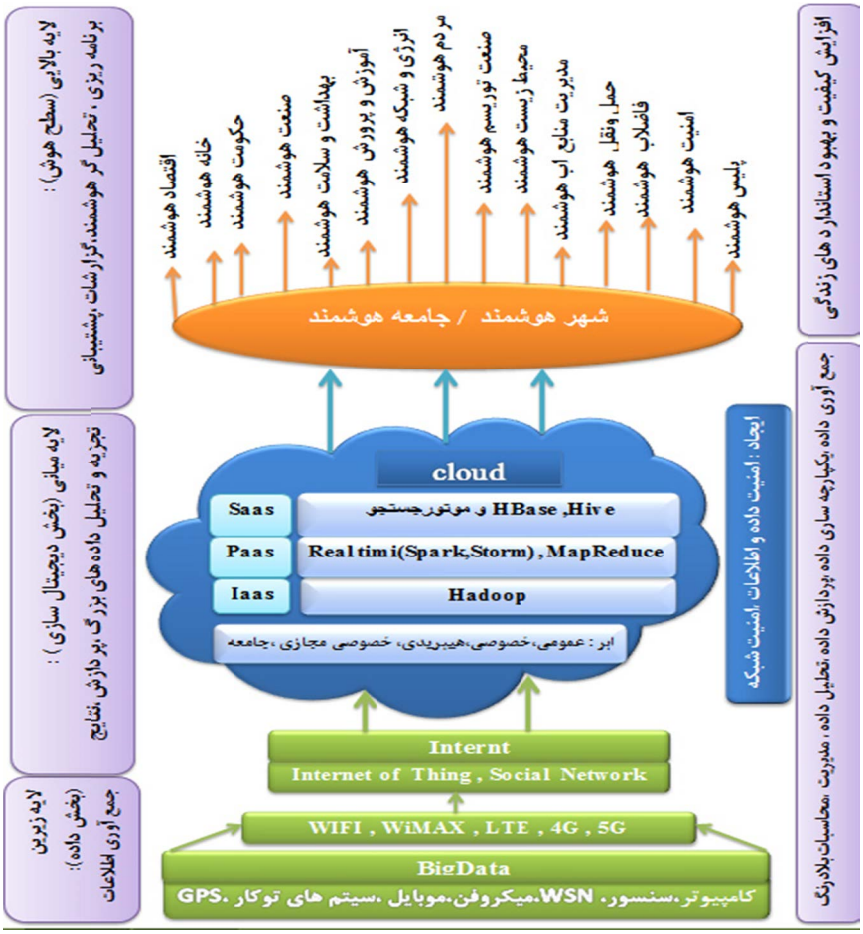
لایـهٔ بالایـی: در نهایـت، پـس از جمـع‌آوری اطلاعـات از داده‌هـای بـزرگ و اینترنـت اشـیا و بعـد از پـردازش و تجزیه‌وتحلیـل اطلاعـات، یکپارچه‌سـازی و امنیـت، داده‌هـای آماده‌شـده در سـطح هـوش قـرار می‌گیرنـد تـا تصمیم‌گیـری بـر اسـاس نتایـج تولیدشـده توسـط ایـن سیسـتم انجـام شـود. رونـد تصمیم‌گیـری بـه ایـن شـکل اسـت کـه از ماشـین‌های یادگیـری، الگوهـای تشـخیص، محاسـبات و مدل‌هـای تصمیم‌گیـری اسـتفاده می‌شـود. ایـن لایـه مربـوط بـه خدمـات نرم‌افـزاری اسـت کـه در آن افـراد، سـازمان‌ها و مراکـز مسـتقیماً بـا یکدیگـر به‌صـورت مجـازی بـرای برنامه‌ریـزی، تحلیـل و تصمیم‌گیـری هوشـمند تعامـل دارنـد و بـا اسـتفاده از گزارش‌گیـری از اطلاعـات به‌دسـت‌آمده از سـطح‌های قبلـی بـا هـم بـه اهدافـی نظیـر مدیریـت منابـع آب هوشـمند، فاضـلاب هوشـمند، امنیـت هوشـمند، صنعـت توریسـم هوشـمند، خانـهٔ هوشـمند، آموزش‌وپـرورش هوشـمند و غیـره دسـت پیـدا کننـد. ایـن رونـد سـبب افزایـش کیفیـت و بهبـود اسـتانداردهای زندگـی بشـر می‌شـود. بـر اسـاس اطلاعـات و تحلیل‌هـای جمع‌آوری‌شـده و معمـاری سیسـتم مـورد نظـر، سیسـتم بـا اسـتفاده از «هـدوپ» تک‌نـوده در Ubuntu 14.04 LTS و بـا پردازنده‌هـای 3.2 GHZ x4 و ممـوری ۴ گیگابایـت توسـعه پیـدا می‌کنـد. بـرای ترافیک‌هـای بلادرنـگ، بسـته‌های PCAP[1] بـا اسـتفاده از کتابخانـهٔ «وایرشـارک»[2] تولیـد شـده و دوبـاره از طریـق سـایر سیسـتم‌ها بـه سیسـتم‌های توسعه‌داده‌شـده فرسـتاده شـده اسـت. کتابخانه‌هـای Hadoop-pcap-lib و Hadoop-pcap-serde و Hadoop-pcap Input بـرای پـردازش پکت‌هـای شـبکه و ایجـاد فایلـی کـه توسـط «هـدوپ» قابل‌پـردازش باشـد (فایل‌هـای متوالـی) و جمع‌آوری و گردهمایـی واحدهـا مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیـرد تـا «اسـپارک» بتوانـد آن‌هـا را پـردازش کنـد.

1. packet capture
2. Wireshark

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم با دو ماژول اصلی پیاده‌سازی شده است. این ماژول‌ها خودشان برای عملکردهای متفاوت شهر هوشمند و برنامه‌ریزی شهری، دارای مادول‌های فرعی هستند. برنامه‌نویسی «مپ‌ردیوس» نیز استفاده شده است تا تحلیل‌های آفلاین برای برنامه‌ریزی شهری انجام شود. مجموع داده‌ها که در این بخش به آن اشاره شد، برای ارزیابی سیستم به‌صورت کارآمد مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۲. معماری و پیاده‌سازی شهر هوشمند بر مبنای IoT و Bigdata و Cloud

به‌طور مثال، اطلاعات ترافیکی وسایل نقلیه، مهم‌ترین منبع اطلاعاتی شهر هوشمند است. از طریق چنین منبع داده‌ای که به‌صورت آنلاین و لحظه‌به‌لحظه ارائه و تحلیل

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود، شهروندان و دولت می‌توانند استفاده‌های فراوانی بکنند. شهروندان می‌توانند اطلاعات مقصد مورد نظرشان را بر اساس حجم ترافیک و میانگین سرعت وسایل نقلیه به‌دست آورند. ترافیک در شهرها متفاوت است. این امر باعث می‌شود مصرف سوخت و به‌تبع آن آلودگی کاهش پیدا کند. همچنین، دولت نیز می‌تواند اطلاعاتی راجع به انسداد جاده‌ها، تصادفات و سایر چیزها به‌دست آورد و عملکرد لازم را برای مدیریت ترافیک انجام دهد. در سیستم شهرهای هوشمند، اطلاعات ترافیکی از طریق grps[1]، سنسورهای وسیلهٔ نقلیه (مانند سنسورهایی که در قسمت جلوی ماشین تعبیه شده) به‌دست می‌آید. با این کار می‌توان موقعیت مکانی هر وسیلهٔ نقلیه، تعداد وسایل نقلیهٔ حاضر بین دو سنسور مستقر در دو نقطه از شهر را به‌دست آورد. در این صورت، اگر تصادفی رخ دهد و قسمت جلویی ماشین صدمه ببیند، سنسور به پلیس، مسئول ترافیک، و بیمارستان پیغام می‌فرستد.

۵. محدودیت‌ها و چالش‌ها

عصر داده‌های بزرگ در شهر هوشمند فرصت‌های زیادی را برای ایجاد ارزش‌های جدید آشکار کرده است (Lohr 2012). حرکت پیشرو در چنین پیشرفت‌هایی با محدودیت و چالش‌های زیادی همراه است که بسیاری از آن‌ها چند بعدی بوده و آن‌ها را می‌توان از منظر چندرشته‌ای[2] بودن نشان داد. در این بخش برخی از محدودیت‌های کلیدی نشان داده شده است. بحث ما در مورد چالش‌ها به دو بخش تقسیم می‌شود. در بخش اول، چالش‌ها از منظر تجاری (برنامه‌ریزی، پایداری، مدیریت منبع بازارها و مشتریان، هزینهٔ دستیابی به شهر هوشمند، یکپارچه‌سازی محاسبات ابری) نشان داده شده است؛ و در بخش دوم، چالش‌ها از منظر فناوری (حریم خصوصی، ادغام داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها) مشخص شده است (Hashema et al. 2016). تمام چالش‌های ذکرشده و روش‌های رفع محدودیت در جدول شماره ۴، توضیح داده شده است که پرداختن به راه‌حل‌های آن‌ها می‌تواند موضوع تحقیقات آتی باشد.

1. General Packet Radio Service
2. multidisciplinary

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ٤ .انواع محدودیت‌ها، چالش‌ها و روش‌های رفع آن‌ها

نوع چالش	محدودیت	روش حل محدودیت	منبع
برنامه‌ریزی	ایجاد یک طرح یکپارچه و روش‌های کنترل داده‌های بزرگ چالش اصلی است که برنامه‌ریزان شهر هوشمند با آن مواجه‌اند.	اکثر اطلاعاتی که باید نشان داده شوند، نیازمند زمان و سرمایه برای مواجههٔ مؤثر ازنظر هزینه با نیازهای بالقوهٔ آینده است.	Bsi (2016) Anthopoulos and Vakali (2012)
ارتباط و پایداری	تعامل و ارتباط بلادرنگ با فناوری‌های اینترنت اشیا، داده‌های بزرگ چالش جدیدی را ایجاد کرده است.	ذی‌نفعان می‌توانند به‌صورت پایدار از فناوری‌ها استفاده و به پتانسیل کامل خود برسند. یک شهر هوشمند مناسب می‌تواند از قدرت اینترنت اشیا و داده‌های بزرگ برای بهبود خدماتش استفاده کند.	Kyriazis et al. (2013)
مدیریت منبع بازارها و مشتریان	تنوع زیاد دستگاه‌ها و برنامه‌های هوشمند استفاده‌شده در یک شهر مشکلاتی را برای کسب‌وکارها جهت پیداکردن منابع مناسب بازار و مشتری ایجاد می‌کند.	فناوری‌های جدید می‌توانند دسترسی سازمان را گسترش داده و تصمیمات مدیریتی را بهبود بخشند و توسعهٔ محصولات و خدمات جدید را سرعت دهند. برای مثال، بسیاری از برنامه‌های رسانه‌های اجتماعی می‌توانند به‌صورت روزانه توسط مشتریان مورد استفاده قرار گیرند.	Bughin, Chui & Manyika (2010)
هزینهٔ دستیابی به شهر هوشمند	شهر هوشمند به ادغام اجزای مختلف نیاز دارد. دستیابی به آن‌ها ممکن است برای دولت‌ها به‌علت کمبود منابع طبیعی و انسانی هزینه‌بر باشد.	چارچوب‌های فناوری‌های استاندارد باز، هزینه را در این حوزه کاهش می‌دهند.	Hollands (2015) Ortiz-Rangel et al. (2015)
یکپارچه‌سازی محاسبات ابری	فناوری‌های رایانش ابری وعدهٔ انعطاف‌پذیری و هزینهٔ کم برای میزبان داده‌های بزرگ را می‌دهند. یکپارچه‌سازی این فناوری‌ها با اینترنت اشیا یک چالش بزرگ است.	با وجود خدمات محاسبات ابری به‌تازگی شاهد بهبودهای بزرگی هستیم. پذیرش آن‌ها برای شهر هوشمند چندین راه‌حل در زمینهٔ امنیت، مدیریت و پلتفرم‌های باز را ایجاد می‌کند.	Chang (2015) Soto et al. (2016)
حریم خصوصی	گاهی اطلاعات مربوط به اشخاص در شهر هوشمند تجزیه‌وتحلیل، اشتراک‌گذاری و سوء استفاده و افشا شده‌اند که این موجب بروز نگرانی شهروندان می‌شود.	تلاش‌های بسیاری برای رسیدگی به چنین نگرانی‌هایی شده است. تأمین امنیت مقدار زیاد داده‌های شخصی جمع‌آوری‌شده توسط فناوری‌های شهر هوشمند در مقابل هکرها و سارقان یک مشکل چالش‌برانگیز است و باید بیشتر رسیدگی شود.	Tene & Polonetsky (2014)

www.SID.ir

Archive of SID

نوع چالش	محدودیت	روش حل محدودیت	منبع
ادغام داده‌ها	شهر هوشمند با ادغام حجم عظیمی از داده‌ها از منابع مختلف ایجاد می‌شود. ادغام داده‌ها در شهر هوشمند یکی از چالش‌های مهم است که باید رفع شود.	فناوری‌های متعددی برای ادغام داده‌ها در شهر هوشمند استفاده شده که موانع فنی نشانی‌یابی[1] داده‌ها را کاهش داده است. با وجود این، کیفیت داده یکی از مسائل چالش‌برانگیز در هر مکانیزم ادغام داده است.	Su, Li, Fu (2011) Gouveia, Seixas, & Giannakidis (2016)
تجزیه و تحلیل داده‌ها	در یک شهر هوشمند، داده‌ها از اشیای مختلف جمع‌آوری می‌شوند. دیدگاه‌هایی از داده‌ها به دست می‌آیند و تصمیم‌گیری نیازمند الگوریتم‌های جدید و روش‌های بصری‌سازی است که فعالیت‌های شهر هوشمند متمرکز را تحت تأثیر قرار می‌دهد.	پردازش پروازی[2] داده‌ها به‌صورت فزاینده اهمیت می‌یابد که در آن روش‌های ذخیره و سپس پردازش[3] سنتی که در آن هر شرکت داده‌هایش را بازیابی و برای دسترسی به آن‌ها در آینده ذخیره‌سازی می‌کند، ممکن است دیگر مناسب نباشند و باید به‌صورت بلادرنگ ذخیره‌سازی و پردازش صورت گیرد.	Gulisano, Almgren & Papatriantafilou (2016)

٦. نتیجه‌گیری

افزایش قابل‌توجه دستگاه‌های متصل شهری سبب رشد سریع داده‌ها و اطلاعات شده است که توجه بسیاری از پژوهشگران و دانشمندان را در حوزه‌های مختلف پژوهشی جلب کرده است. شهرهای هوشمند و برنامه‌ریزی شهری تأثیر مستقیم و اصلی روی پیشرفت جوامع دارد و با ایجاد یک تصمیم‌گیری هوشمند، مؤثر، و در زمان مناسب باعث افزایش قدرت تصمیم‌گیری جوامع می‌شود. در این پژوهش معانی مختلف شهر هوشمند و داده‌های بزرگ و اینترنت اشیا و رایانش ابری بحث و مقایسه شده است. همچنین، محدودیت‌ها و فواید ترکیب کاربردهای داده‌های بزرگ برای شهرهای هوشمند بیان شده است. اینترنت اشیا به‌عنوان چشم‌اندازی بزرگ از دنیای اینترنت و چارچوبی برای دستگاه‌ها و حسگرها برای ارتباط ایمن در محیط شهر هوشمند را فراهم کرده است و به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات در سرتاسر شهر هوشمند را برای مدیریت بهتر ممکن می‌سازد. رایانش ابری در واقع، یکپارچگی منابع، اشتراک‌گذاری اطلاعات و همکاری نرم‌افزاری را بهبود می‌بخشد. در حالت کلی، این مقاله با هدف یک دید جامع از فناوری‌های اینترنت اشیا،

1. addressing
2. on-the-fly processing
3. store-then-process

www.SID.ir

Archive of SID

ابـر، و داده‌هـای بـزرگ بـرای مدیریـت و برنامه‌ریـزی شـهر هوشـمند ارائـه شـد. در ایـن زمینـه بـه بحـث در مـورد فناوری‌هـای مـورد اسـتفاده در شـهرهای هوشـمند پرداختـه شـد. در مقالـهٔ حاضـر، یـک سیسـتم بـرای شـهر هوشـمند و برنامه‌ریـزی شـهری بـا اسـتفاده از اینترنـت اشـیا و تجزیه‌وتحلیـل داده‌هـای بـزرگ و رایانـش ابـری معرفـی شـده و بـه نمایـش گذاشـته شـده اسـت. معمـاری ارائه‌شـده متشـکل از سـه لایـه اسـت کـه ویژگی‌هـای مجموعـه‌ای، تجمـع، ارتباطـات، پـردازش و تفسـیر و ترجمـه را دارد. سیسـتم کامـل بـا اسـتفاده از فنـاوری «هـدوپ» توسـعه داده شـده اسـت تـا بـه پـردازش زمـان واقعـی نزدیک‌تـر باشـد. نمونـه‌ای از مجموعـهٔ داده‌هـای شـهر هوشـمند اینترنـت اشـیا عبـارت اسـت از شـبکهٔ حمل‌ونقـل، پارکینگ‌هـای هوشـمند، خانه‌هـای هوشـمند، آب‌وهـوا، آلودگـی، نظـارت و غیـره. در نهایـت، می‌تـوان نتیجـه گرفـت کـه داده‌هـای بـزرگ و اینترنـت اشـیا بـا اسـتفاده از پـردازش ابـری می‌توانـد نقـش مهمـی از نظـرِ به‌دسـت آوردن اطلاعـات بـاارزش و بـرای مقاصـد تصمیم‌گیـری ایفـا کنـد. بـا ایـن حـال، تحقیقـات داده‌هـای بـزرگ و اینترنـت اشـیا و رایانـش ابـری در یـک شـهر هوشـمند در آغـاز دوران خـودش اسـت و راه حـل چالش‌هـای مطرح‌شـده از آن می‌توانـد یـک زمینـهٔ عملـی باشـد. ایـن مطالعـه می‌توانـد به‌عنـوان معیـاری بـرای خدمـت بـه محققـان و صنعـت بـرای پیشـرفت‌های آتـی و توسـعهٔ شـهرهای هوشـمند باشـد.

پیشنهادات برای تحقیقات آتی

دربحـث مدیریـت شـهر هوشـمند بـا بررسـی و درک اهمیـت سیسـتم‌های تجزیه‌وتحلیـل و تصمیم‌گیرنـده در بحـث مجموعـهٔ داده‌های‌هـای بـزرگ، IoT و رایانـش ابـری پرسـش‌هایی مطـرح شـده اسـت کـه راه‌حل‌هـای آن‌هـا می‌توانـد پیشـنهادی بـرای موضـوع تحقیقـات آتـی باشـد. در زیـر بـه بخشـی از آن‌هـا اشـاره شـده اسـت.

- ◇ چگونـه می‌تـوان از اطلاعـات قدیمـی سنسـورها اسـتفاده کـرد و بـا تجزیه‌وتحلیـل داده‌هـای بـزرگ برنامه‌ریـزی شـهری انجـام داد؟
- ◇ به چه صورتی تجهیزات موجود را هوشمندتر کنیم؟
- ◇ به چه صورتی تجهیزات را توانمند سازیم تا طبق وضعیت حاضر رفتار نمایند؟
- ◇ چگونه هزینهٔ جمع‌آوری اطلاعات را به حداقل برسانیم؟
- ◇ چگونـه بـر اطلاعاتـی کـه جمـع‌آوری و به‌صـورت آنلایـن پـردازش شـده، تسـلط پیـدا کنیـم؟

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به سؤال‌های مطرح‌شدهٔ بالا، شهر هوشمند از فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می‌کند تا بتواند با کمترین منابع به شهروندانش کمک کند. هدف اکثر تکنولوژی‌های اخیر، ایجاد قابلیت‌های حسی پیشرفته، قابلیت‌های ذخیره‌سازی اطلاعات برای حجم بی‌سابقهٔ اطلاعات و در نهایت، تسلط بر حجم داده‌های زیاد است. سیستمی مورد نیاز است که بتواند از همهٔ تحولات اخیر در زمینهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات، که به‌دلیل رشد قابل توجه ممکن است در آینده‌ای نزدیک به‌وجود بیایند، باخبر باشد و آن را پیش‌بینی کند. طراحی این سیستم نیاز به قابلیت‌های سنجشی از محیط زیست و تجزیه‌وتحلیل سنجشی اطلاعات دارد.

References

Abouzeid, A, K. Bajda-Pawlikowski, D. Abadi, A. Silberschatz, & A. Rasin. 2009. HadoopDB: an architectural hybrid of MapReduce and DBMS technologies for analytical workloads. *Proc VLDB Endowment* 292233 :(1) .

Ahmad, Awais, Anand Paul, M. Mazhar Rathore, and Hangbae Chang. 2016. Smart cyber society: Integration of capillary devices with high usability based on Cyber–Physical System. *Future Generation Computer Systems* 56 (3): 493-503.

Akçura, M. T., S. B., & Avci. 2014. How to make global cities: Information communication technologies and macro-level variables. *Technological Forcasting & Social Change* 89: 68–79.

Alawadhi. S, A. Aldama-Nalda, H. Chourabi, J. R. Gil-Garcia, S. Leung, S. Mellouli, T. Nam, T. A. Pardo, H. J. Scholl, & S. Walker. 2012. Building Understanding of Smart City Initiatives. In: Scholl H. J., Janssen M., Wimmer M.A., Moe C.E., Flak L.S. (eds). Electronic Government. EGOV 2012. *Lecture Notes in Computer Science*. vol 7443. Pp.: 40–53. Berlin, Heidelberg: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-33489-4_4.

Albino, V., U. Berardi, and R. M. Dangelico. 2015. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology* 22 (1): 3–21. http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2014.942092

AlNuaimi, E., H. AlNeyadi, N. M. Al-Jaroodi, & J. Al-Jaroodi. 2015. Applications of big data to smart cities. http://dx.doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5. (2015)

Anthopoulos, L. G., & A. Vakali. 2012. Urban planning and smart cities: interrelations and reciprocities. In the future internet. pp. 178–189. Berlin, Heidelberg: Springer.

Atzori, L., A. Iera, G. Morabito. 2010. The internet of things: A survey. *Computer Networks* 54 (15): 2787–2805

Barrionuevo, J. M., P. Berrone, & J. E. Ricart. 2012. Smart Cities, Sustainable Progress. *IESE Insight* 14: 50-57.

Batty. M, K. W. Axhausen, F. Giannotti, A. Pozdnoukhov, A. Bazzani, M. Wachowicz, G. Ouzounis, Y. Bellavista, P., Corradi, & A. Reale 2015. Quality-of-service in data center stream processing for smart city applications. In Handbook on data centers. pp. 1047–1076. Berlin, Heidelberg: Springer.

Bello-Orgaz, G., J. J. Jung, & D. Camacho. 2016. Social big data: recent achievements and new challenges. *Information Fusion* 28: 45–59.

Botta.A, W. D. Donato, V. Persico, A. Pescap. 2015. Integration of cloud computing and Internet of Things: A survey. http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2015.09.021 (accessed Oct. 2015).

www.SID.ir

Archive of SID

Bsi. 2016. PD 8101 Smart city planning guidelines. Retrieved from http://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/PD-8101-smartcities-planning-guidelines/ (accessed April 25, 2016).

Bughin, J., M. Chui, & J. Manyika. 2010. Clouds, big data, and smart assets: ten tech-enabled business trends to watch. *McKinsey Quarterly* 56 (1): 75–86.

Bughin, J., M. Chui, & J. Manyika. 2010. Clouds, big data, and smart assets: ten tech-enabled business trends to watch. *McKinsey Quarterly* 56 (1): 75–86.

Campkin, B., R. Ross. (Eds.). 2013. *Future & Smart Cities – Urban Pasmphleteer*. Vol. 1., London: UCL Urban Laboratory.

Campos. L. B., C. E. Cugnasca, A. R. Hirakawa, & J. S. C. Martini. 2016 IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE), Towards an Internet of thing for the smart city. (Portland, USA)

Caragliu, A., C. Del Bo, and P. Nijkamp. 2011. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology* 18 (2): 65–82.

Chang, V. 2015. Towards a big data system disaster recovery in a private cloud. *Ad Hoc Networks* 35: 65–82.

_____, R., J. Walters, & G. Wills. 2013. The development that leads to the cloudcomputing business framework. *International Journal of Information Management* 33 (3): 524–538. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.01.005

Cretu, G. L. 2012. Smart Cities Design Using Event-driven Paradigm and Semantic Web. *Informatica Economica* 16 (4): 57–67.

Curry., E, Schahram Dustdar, Quan Z. Sheng, and Amit Sheth. 2016. Smart cities – enabling services and applications. *Journal of Internet Services and Applications December*. https://doi.org/10.1186/s13174-016-0048-6. (accessed June 21, 2016).

Dijkman, R. M., B. Sprenkels, T. Peeters, & A. Janssen. 2015. Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management* 35: 672-678.

Gartner. 2014. Gartner says the Internet of things will transform the data center. Retrieved from http://www.gartner.com/newsroom/id/2684616, (accessed March 24, 2014).

Gouveia, J. P., J. Seixas, & G. Giannakidis. 2016. Smart city energy planning: integrating data and tools. Paper presented at the Proceedings of the 25thInternational Conference Companion on World Wide Web. April 11-15, 2016, Montréal, Québec, Canada. http://dx.doi.org/10.1145/2872518.2888617

Guan, L. 2012. Smart Steps To A Battery City. *Government News* 32 (2): 24–27.

Gubbi, J., R. Buyya, S. Marusic, & M. Palaniswami. 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems* 29 (7): 1645–1660.

Gulisano, V., M. Almgren, & M. Papatriantafilou. 2016. When smart cities meet bigdata. Retrieved from http://ercim-news.ercim.eu/en98/special/when-smart-cities-meet-big-data (Accessed July 8, 2014).

Hamdi, N. 2004. *Small Change: About the Art of Practice and the Limits of Planning in Cities*. London: Routledge.

_____, A. Vafaei, and S. A. Monadjemi. 2009. Algorithm based fault tolerant and check pointing for high performance computing systems. *Journal of Applied Sciences* 9 (22): 3947-3956.

Hancke, G. P., B. C. Silva, and G. P. Hanck. 2014. The Role of Advanced Sensing in Smart Cities. *Sensors* 13: 393–425.

Hashema, I. A. T, V. Changb, N. B. Anuara, K. Adewolea, I. Yaqooba, A. Gania, E. Ahmeda, H. Chiroma. 2016. The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management* 36: 748–758.

Holden, M., & A. Scerri. 2013. More than this: Liveable Melbourne meets liveable Vancouver. *Cities* 31: 444–453.

www.SID.ir

Archive of SID

Hollands, R. G. 2008. Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial, *City Anal. urban trrends, Culture, theory, policy action*12: 37–41. doi: 10.1080/13604810802479126 (2008).

_____. 2015. Critical interventions into the corporate smart city. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*

8 (1): 61–77, https://doi.org/10.1093/cjres/rsu011.

Jalali, R., K. El-Khatib, & C. McGregor. 2015. Smart city architecture for community level services through the internet of things. Paper presented at the 2015 18th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks (ICIN), (Duke University, Akamai, UnitedStates.

Jin, J., J. Gubbi, S. Marusic, & M. Palaniswami. 2014. An information framework for creating a smart city through internet of things. *IEEE Internet of Things Journal* 1 (2): 112–121.

Ju, G., M. Cheng, M. Xiao, J. Xu, K. Pan, X. Wang, & F. Shi. 2013. Smart transportation between three phases through a stimulus-responsive 1047–1076. Springer. Functionally cooperating device. *Advanced Materials* 25 (21): 2915–2919.

Kang, Y.-S., I.-H Park, J. Rhee, & Y.-H. Lee.2016. MongoDB-Based repository design for IoT-generated RFID/sensor big data. *IEEE Sensors Journal* 16 (2): 485–497. http://dx.doi.org/10.1109/jsen.2015.2483499

Kim, G. H, S. Trimi, and J. H. Chung. 2014. Big-data applications in the government sector. *Commun ACM* 57 (3): 78–85.

Kitchin R. 2014. The real-time city? Big data and smart urbanism.Springer Netherlands, *GeoJournal* 79 (1): 1–14, https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8

Komninos, N. 2011. Intelligent Cities: Variable Geometries of Spatial Intelligence. *Intelligent Buildings International* 3 (3): 172–188.

Kourtit, K., and P. Nijkamp. 2012. Smart Cities in the Innovation Age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 25 (2): 93–95.

_____, and D. Arribas. 2012. Smart Cities in Perspective – A Comparative European Study by Means of Self-organizing Maps. *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 25 (2): 229–246.

Kramers A, M. Höjer, N. Lövehagen, J. Wangel. 2014. Smart sustainable cities–Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. *Environ Model Software* 56:52–62.

Kyriazis, Dimosthenis, Theodora Varvarigou, Anna Rossi, Douglas White, and Joshua Cooper. 2013. Sustainable smart city IoT applications: Heat and electricity management & Eco-conscious cruise control for public transportation." In World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2013 IEEE 14th International Symposium and Workshops on a, pp. 1-5. IEEE. 14th International Symposium and Workshops in Madrid Spain June 4, 2013 to June 7, 2013ISBN: 978-1-4673-5827-9pp: 1-5

Li D R, Cao J J, Yao Y. 2015. Big data in smart cities. *Sci China Inf Sci* 58: 108101 (12), doi: 10.1007/s11432-015-5396-5

Li, D. R., S. Wang, D. Y. Li. 2006. *Spatial Data Mining Theories and Applications*. Beijing: Science Press.

Lohr, S. 2012. The age of big data. New York Times.11.(A version of this news analysis appears in print on February 12, 2012, on Page SR1 of the New York edition with the headline: The Age of Big Data)

Marsal-Llacuna, M. L., J. Colomer-Llina` s, and J. Mele´ndez-Frigola. 2014. Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change* 90: 611-622.

Mazhar Rathore, M., Paul Anand, Awais Ahmad, Rho Suengmin. 2015. Urban planning and building smart cities based on the internet of things using big data analytics. Computer Networks 101: 63-80.

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.1016/j.comnet.12.023

Mell, P. Grance. 2009. The NIST definition of cloud computing.National Institute of Standards and Technology 53 (6): 50.

Mori, K., A. Christodoulou. 2012. Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI), *Environmental Impact Assessment Review* 32 (1): 94-106.

Nam.T, and T.A. Pardo. 2011. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions,Proc. 12th Conference on Digital Government Research, College Park, MD, June 12–15, 2011.

Neumeyer L, B. Robbins, A. Nair, & A. Kesari. 2010. S4: distributed stream computing platform. IEEE international conference on data mining workshops (ICDMW). p. 1707. Sydney, Australia.

Neirotti, P., A. De Marco, A. C. Cagliano, G. Mangano, & F. Scorrano. 2014. Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts. *Cities* 38: 25–36.

Ojo, A., E. Curry, and F. Sanaz-Ahmadi. 2015. A Tale of Open Data Innovations inFive Smart Cities," in 48th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-48):pp. 2326–2335. Hawaii.

Ojo, A, E. Curry, & T. Janowski. 2014. Designing Next Generation Smart City Initiatives -harbessing Findings and Lessons from a Study of 10 Smart City programs,22nd European Conference on Information Systems (ECIS 2014), vol. 2050. p. 1–142014. TelAviv, Israel.

Ortiz-Rangel, M., L. Rueda-Vasquez, C. Duarte-Gualdron, J. Petit, & G. Ordonez-Plata. 2015. Towards a smart city: design of a domestic smart grid. Paper presented at the Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM),2015 IEEE PES. Montevideo, Uruguay.

Pantelis K, & L. Aija. 2013. Understanding the value of (big) data. In Big Data, 2013IEEE International Conference on IEEE; pp. 38–42. Bankok, Thailand.

parei A, & H. hamidi. 2017. An Approach to Managing and Organizing Text Documents Using Intelligent Text nalysis. *Journal of Information Processing and Management* 32 (4) :1171-1202 URL: http://jipm.irandoc.ac.ir/article-1-3269-fa.html

Parei, A., & H. Hamidi. 2018. A Method for FIDO Management trough Biometric Technology in IOT. *Journal of Information Processing and Management* 33 (2) :803-856. URL: http://jipm.irandoc.ac.ir/article-1-3507-fa.html

Qin, Y., Q. Z. Sheng. 2015. Curry E. Matching Over Linked Data Streams in the Internet of Things. *IEEE Internet Comput* 19 (3): 21–7.

Rehman, M. H., C. S. Liew, T. Y. Wah, J. Shuja, & B. Daghighi. 2015. Mining personal data using smart phones and wearable devices: a survey. *Sensors* 15: 4430–4469.

Sheth, A, P. Anantharam, & C. Henson. 2013. Physical-cyber-social computing: An early 21st century approach. *IEEE Intell Syst* 28 (1): 78–82.

Smart city planning guidelines.2016 . Retrieved from http://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/PD-8101-smart-cities-planning-guidelines/ (accessed March 25, 2016)

Soto, J. A. C., O. Werner-Kytölä, M. Jahn, J. Pullmann, D. Bonino, C. Pastrone, & M. Spirito. 2016. Towards a federation of smart city services. International Conference on Recent Advances in Computer Systems, Atlantis Press, 2015/11/30, https://doi.org/10.2991/racs-15.2016.28 (accessed Nov. 30, 2015)

Su, K., J. Li, & H. Fu. 2011. Smart city and the applications. In Electronics, Communications and Control (ICECC), 2011 International Conference on IEEE; pp. 1028–1031. Ningbo University, Ningbo, China.

Tantatsanawong, P., A. Kawtrakul, & W. Lertwipatrakul. 2011. Enabling future education with smart

www.SID.ir

Archive of SID

services. In SRII Global Conference (SRII), 2011 Annual IEEE; pp. 550–556. San Jose, CA, USA.

Tene, O., & J. Polonetsky. 2014. SYMPOSIUM ISSUE :Privacy in the age of big data: a time for bigdecisions., *Stanford Law Review Online* (accessed February 2, 2012) (https://pdfs.semanticscholar.org/a9fb/2b43417bab7c60b57a258b1fc24b9331727b.pdf?_ga=2.110082817.509453630.1548359217-866625768.1548359217)

Thite, M. 2011. Smart Cities: Implications of Urban Planning for Human Resource Development. *Human Resource Development nternational* 14 (5): 623–631.

Tian.W, & Zh. 2015. *Big data technology and cloud computing*.: Elsevier.

Tsai, C.-W., C.-F. Lai, & A. V. Vasilakos. 2014. Future Internet of Things: open issues and challenges. *Wireless Networks* 20 (8): 2201–2217.

Vanolo, A. 2013. Smartmentality: the smart city as disciplinary strategy. *Urban Stud*. 51 (5): 883–898.

Vilajosana, I., J. Llosa, B. Martinez, M. Domingo-Prieto, A. Angles, & X. Vilajosana. 2013. Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows. *IEEE Communications Magazine* 51 (6): 128–134.

Wisdom, J. P., Khb Chor, Ke Hoagwood, & S. M. Horwitz. 2014. Innovation Adoption: A Review of Theories and Constructs. *Adm Policy Ment Heal Ment Heal Serv Res* 41 (4): 480–502.

Walravens, N. 2014. *Mobile city applications for Brussels citizens: Smart City trends, challenges and a reality check*. *Telematic and Informatics* 32 (2015): 282-299.

_____. 2014. The smart city as a service platform: identification and validation of city platform roles in mobile service provision. In: Wei, J. (Ed.). **Mobile Electronic Commerce: Foundations, Development and Applications (**pp. 415-448). (Industrial and Systems Engineering Series). Taylor & Francis

Wu., Y., W. Zhang, J. Shen, Zh. Mo, & Y.Peng. 2017. Smart city with Chinese characteristics against the background of bigdata: Idea, action and risk. *Journal of Cleaner Production* 173: 60-66. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.047(2017)

Xia, Feng, & Laurence T. Yang, Lizhe Wang, and Alexey Vinel. 2012. Internet of things. *International Journal of Communication Systems* 25 (9): 1101.

Yigitcanlar, T., & S. H. Lee. 2014. Korean ubiquitous-eco-city: A smart-sustainable urban form or a branding hoax? *Technological Forcasting & Social Change* 89: 100–114.

Yovanof, G. S. and G. N. Hazapis. 2009. An Architectural Framework and EnablingWireless Technologies for Digital Cities & Intelligent Urban Environments. *Wireless Personal Communications* 49 (3): 445–463.

Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi. 2014. Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet Things Journal* (1): 22–32.

Zhang, Q., L. Cheng, R. Boutaba. 2010. Cloud computing: state-ofthe-art and research challenges. *Journal of internet services and applications* 1 (1): 7–18.

قدسیه فهم‌فام

متولد سال ۶۵، دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی فناوری اطلاعات و ارتباطات گرایش تجارت الکترونیک از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب است. تجارت الکترونیک و بررسی اینترنت اشیا در شهر هوشمند از جمله علایق پژوهشی وی است.

www.SID.ir

Archive of SID

حجت‌اله حمیدی

متولد سال ۵۵، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشتهٔ مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات و استادیار گروه فناوری اطلاعات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی است. زمینهٔ علاقهٔ کاری ایشان تجارت الکترونیک، کسب‌وکار هوشمند، و محاسبات نرم است.

www.SID.ir