



Service Quality Challenges and Indicators in Internet of Things Applications

M. Nasirian^{,1}, R. Hoseini^{*,1}*

¹ Department of Computer Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

¹ Department of Computer Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

ABSTRACT

Received: 9 February 2022

Accepted: 20 May 2022

KEYWORDS:

Internet of Things
Quality of Service
Technological Application
Service Agreement
Monitoring

In recent years, organizations have faced various challenges such as increasing competition in operational areas. In recent years, we have encountered an emerging phenomenon called Internet of Things technology, whose wide applications have been investigated in industries, trade, smart services, healthcare, etc., however, the qualitative aspects of the problem remains unknown. It is expected that services based on the Internet of Things will increase the quality level of such services, in addition to reducing costs. However, the multiplicity of protocols, the amount of sending packets in the network, the sensitivity of packets to delay and data loss, etc., have various levels of service quality and have different evaluation indicators that require deep analysis and investigation. The purpose of this research is to identify and prioritize the technological applications of the Internet of Things and related service quality management by using the structural interpretation approach and examining the required indicators in this regard. The results of this study can be used in the development of models and frameworks to improve service quality management in the Internet of Things network.

¹ Corresponding author

 m.nasirian@srbiau.ac.ir



NUMBER OF REFERENCES

18



NUMBER OF FIGURES

0



NUMBER OF TABLES

0

چالش ها و شاخص های کیفیت خدمت در کاربردهای اینترنت اشیا

مهدی نصیریان، رضا حسینی

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

در طول سالیان اخیر سازمان ها با چالشهای مختلفی از قبیل افزایش رقابت در حوزه های عملیاتی مواجه بوده اند. در سال های اخیر با پدیده ای نوظهور به نام فناوری اینترنت اشیا مواجه شده ایم که کاربردهای وسیع آن در صنایع، تجارت، خدمات هوشمند، بهداشت و درمان و ... مورد بررسی قرار گرفته است ولی ابعاد کیفی مساله تا حدودی ناشناخته باقی مانده است. انتظار میرود که خدمات مبتنی بر اینترنت اشیا علاوه بر کاهش هزینه ها، سطح کیفیت چنین خدماتی را افزایش دهد. اگرچه، تعدد پروتکل ها، میزان ارسال بسته ها در شبکه، حساسیت بسته ها نسبت به تأخیر و از دست رفتن داده ها و غیره دارای سطوح کیفیت خدمت متنوع بوده و شاخص های ارزیابی متفاوتی دارند که نیازمند تحلیل و بررسی عمیق می باشند. هدف این پژوهش شناسایی و اولویت بندی کاربردهای فناورانه اینترنت اشیا و مدیریت کیفیت خدمات مرتبط با استفاده از رویکرد تفسیری ساختاری و بررسی شاخص های موردنیاز در این راستا، میباشد. نتایج این بررسی می تواند در توسعه مدل ها و چارچوب ها جهت بهبود مدیریت کیفیت خدمات در شبکه اینترنت اشیا مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی:

اینترنت اشیا
کیفیت خدمات
کاربرد تکنولوژیک
قرارداد خدمات
پایش

¹ Corresponding author



m.nasirian@srbiau.ac.ir



تعداد مراجع

۱۸



تعداد شکل ها

♦



تعداد جداول

♦

مقدمه :

امروزه انقلاب دیجیتالی همه رفتارها و سبک های زندگی را تحت تأثیر قرار داده است. اینترنت اشیا به عنوان یک پارادایم جدید و نوظهور در فناوری اطلاعات به حساب می آید که هدف آن ایجاد یک زیرساخت شبکه جهانی پویا با اتصال انواع اشیا فیزیکی و مجازی با دستگاهها و حسگرهای هوشمند است. اینترنت اشیا در دهه اخیر دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده و با ارائه راه حل های نوین در بخش های مختلف، شرکتها و سازمانها را به استفاده و سرمایه گذاری در این حوزه مجاب کرده است. ایده اینترنت اشیا نخستین بار توسط کوین اشتون مطرح شد. او در سال ۱۹۹۹ به این نکته اشاره کرد که اینترنت باعث اتصال اشخاص با یکدیگر شده است، ولی با اینترنت اشیا میتوان اشیا بی جان را به هم متصل کرد در سالهای اخیر، توسعه اینترنت همراه با اشیا و دستگاههای فیزیکی متصل به هم و نمایش مجازی آنها، روندی رو به رشد داشته است که به موجب این روند، دامنه وسیعی از محصولات و خدمات جدید بالقوه در حوزه های مختلفی ایجاد شده است [۱-۲]. اینترنت اشیا سیستمی از دستگاههای کامپیوتری و پردازشی به هم مرتبط مانند انواع ماشینهای دیجیتال و مکانیکی، ادوات و وسایل همراه با حیوانات و افراد است که هر یک با شناسه ی منحصر به فرد و برخوردار از توانایی انتقال اطلاعات در شبکه بدون دخالت مستقیم انسانی می توانند به فعالیت بپردازند. به عبارت ساده تر، اینترنت اشیا میلیاردها دستگاهی را که قابلیت اتصال به اینترنت دارند و در تعامل با یکدیگر به جمع آوری و پردازش و به اشتراک گذاری داده ها و اطلاعات می پردازند، نظر دارد. به عبارت ساده تر، اینترنت اشیا میلیاردها دستگاهی را که قابلیت اتصال به اینترنت دارند و در تعامل با یکدیگر به جمع آوری و پردازش و به اشتراک گذاری داده ها و اطلاعات می پردازند، نظر دارد [۳-۴]. اخیراً تحولات دنیای فناوری و رقابت به وجود آمده در ارائه خدمات مبتنی بر اینترنت اشیا باعث شده شهرت سازمان ها برای ارائه محصولات و خدمات با کیفیت بسیار مهمتر از همیشه باشد. چرا که کیفیت خدمات برای موفقیت پروژه حیاتی است. یا همان مدیریت کیفیت و بهره وری خدمات یک رویکرد جامع مدیریتی و مفهوم کلیدی است که در سازمان ها به طور افقی کار می کند و شامل مدیریت کارکرد خدمات در همه بخش های سیستم می باشد. اینترنت اشیا برای سازمان ها مزایای متعددی را به همراه دارد. بعضی از این مزایا مخصوص استفاده های صنعتی هستند و برخی در صنایع مختلف قابل اجرا هستند. مزایای پروژه IoT کسب و کارها را قادر می سازد که [۵-۶]:

- پروسه کسب و کار خود را رصد کنند
- ارتباط با مشتریان را بهبود بخشند

- در هزینه و زمان صرفه جویی کنند
 - بهره وری کارکنان خود را افزایش دهند
 - خود را با مدل های تجاری را تطبیق داده و ادغام کنند
 - تصمیمات کاری بهتری بگیرند
 - ثروت بیشتری تولید کنند
- همچنین برخی از معایب این رویکرد عبارتند از:
- با افزایش تعداد دستگاه های متصل و به اشتراک گذاری اطلاعات بیشتر بین دستگاهها، احتمال سرقت اطلاعات محرمانه توسط هکر نیز افزایش می یابد.
 - ممکن است شرکتها در نهایت مجبور به مقابله با تعداد زیادی، شاید میلیون ها دستگاه مجهز به اینترنت اشیا شوند. جمع آوری و مدیریت داده ها از همه این دستگاه چالش برانگیز خواهد بود.
 - اگر اشکالی در سیستم وجود داشته باشد، احتمالاً همه دستگاه های متصل دچار مشکل شوند.
 - از آنجا که هیچ استاندارد بین المللی جامعی برای IoT وجود ندارد، برقراری ارتباط بین دستگاه های مختلف دشوار است.

لازم به ذکر است، در حال حاضر بیشتر سازمان ها با مشکلات مهمی درباره کیفیت خدمات سیستم های مبتنی بر اینترنت اشیا و مدیریت موثر کیفیت خدمات مواجه هستند. چالشهای اساسی سازمان ها در راستای تحقق کاربردهای اینترنت اشیا، فرهنگ سازی نسبتاً ضعیف در رابطه با استفاده از ابزار آلات مرتبط و عدم اعتنا به پارادایم دولت و شهروند الکترونیک از جانب دولت و مردم و عدم آگاهی کافی در رابطه با استفاده و نحوه کار با ابزارهای هوشمند میباشد.

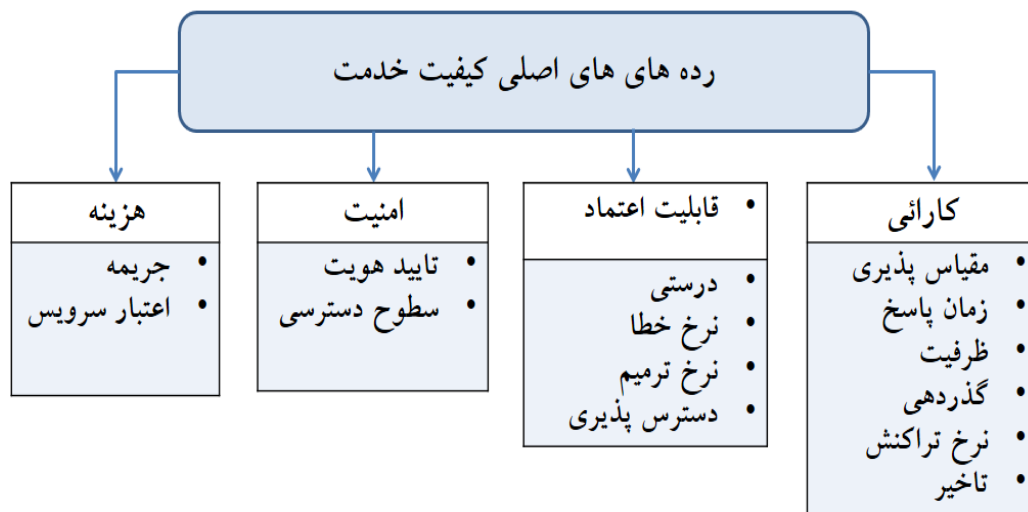
بررسی شاخص های مدیریت کیفیت خدمت در

کاربردهای اینترنت اشیا

کیفیت خدمات یکی از فناوری های زیرساختی و مهم در مدیریت پهنای باند شبکه های توزیعی و خدمات اینترنت اشیا است. سرپرستان این شبکه می توانند از فناوری فوق برای اولویت بندی ترافیک شبکه استفاده کنند. اولویت بندی می تواند بر اساس دستگاههایی که از آن ها استفاده می شود، کاربردهای خاص یا نوع به خصوصی از ترافیک تعیین شود. کیفیت خدمات به هر تکنولوژی که در مدیریت کیفیت خدمات و ترافیک مورد استفاده قرار می گیرد و موجب کاهش تعداد packet loss، زمان تأخیر و میزان جیت در شبکه می شود اطلاق می گردد. کیفیت خدمت و مدیریت آن منابع

شبکه را با تعیین اولویت‌ها برای نوع خاصی از داده‌ها تنظیم و کنترل می‌کند [۰۷]. در حال حاضر چالش‌های اساسی سازمان‌های فناوری محور در راستای تحقق کاربردهای اینترنت اشیا، فرهنگسازی نسبتاً ضعیف در رابطه با استفاده از ابزارآلات مرتبط و عدم اعتنا به پارادایم دولت و شهروند الکترونیک از جانب دولت و مردم و عدم آگاهی کافی در رابطه با استفاده و نحوه کار با ابزارهای هوشمند میباشد. در این راستا انجام اقداماتی از قبیل تولید محتوا با مضامین توسعه و مفهوم سازی دولت و شهروند الکترونیک در حوزه خدمات اینترنت اشیا، مزایای بهره گیری از کاربردهای فناورانه اینترنت اشیا برای ذینفعان آن و پخش آن در رسانه های عمومی، برگزاری

همایشها و نمایشگاههایی با حضور خبرگان با مضامین آموزش در رابطه با کاربردهای فناوری در این حوزه پیشنهاد میگردد [۱۱-۸]. اساساً کیفیت خدمت به قابلیت ارائه مقیاس قابل اندازه گیری از انتظارات مبتنی بر رضایتمندی از پیش تعریف شده برای سطح خدمت موردنظر اشاره دارد. کیفیت خدماتی که در محیط‌های مرتبط با حوزه اینترنت اشیا ارائه می گردند، از معیارهای اصلی ارزیابی میزان رضایتمندی مشتریان و میزان موفقیت و کارآمدی خدمات ابری می باشند. شکل زیر ابعاد و رده های مهم کیفیت خدمت در محیط های رایانش ابری را نمایش می دهد [۱۴-۱۲]:



شکل ۱ شاخص های اصلی کیفیت خدمت و معیارهای مهم در این حوزه

ارزیابی کیفیت خدمات

فناوری اینترنت اشیا این پتانسیل را دارد که جهان را دگرگون سازد درست مانند کاری اینترنت با جهان ما کرد شاید حتی بیشتر از آن. امروزه اینترنت اشیا باعث ایجاد تغییر و تحول در تمام جنبه های زندگی روزمره و از جمله کسب و کار گردیده است. با توجه به پتانسیل بسیار زیادی که اینترنت اشیا دارد از اینترنت اشیا می توانیم در حوزه های مختلف به عنوان یک الگوی جدید از ارتباطات راه دور بی سیم و مدرن استفاده کنیم. برخی از تجهیزات اصلی فناوری اینترنت اشیا شامل موارد زیر می باشد:

- شناسایی خودکار رادیویی
- فناوری ارتباطات بی سیم
- شبکه های حسگر
- شبکه تجهیزات تعبیه شده

مطابق شکل بالا، کیفیت خدمت به رده های متفاوتی از ویژگی های غیر کارکردی و یا حتی مولفه های کارکردی یک خدمت مانند کارایی، قابلیت اطمینان، امنیت و هزینه و... اشاره دارد. هر رده کیفی، خود مجموعه ای از معیارها و صفات کیفی مختلف را دربر می گیرد که می توانند در قراردادهای سطح خدمت مرتبط مورد تاکید قرار گیرند. اساساً کیفیت خدمات هم درگرو منفعت و سود تهیه کننده خدمات و هم در گرو منفعت کاربران خدمات می باشد. اساساً منفعت تهیه کننده خدمات با پارامتر بهره وری در مصرف بهینه و کمینه منابع مرتبط است. ازسوی دیگر منفعت کاربران خدمات اینترنت اشیا بر مبنای دستیابی به اهداف سطح خدمت تاکید شده در قرارداد سطح خدمت مرتبط و حفاظت از معیارهای کیفی مرتبط هنگام نوسانات بارکاری و کارایی تعریف می گردد [۱۸-۱۵].

- شبکه محرک

همچنین یکی از موضوعات مهم در فناوری اینترنت اشیا مقوله وب اشیا می باشد. وب اشیا بر اساس تکنولوژی های نظیر پروتکل های اینترنتی فناوری های سنسور و تلفن های هوشمند و فناوری RFID¹ کار می کند. بر اساس پیشرفت های سریع در ارتباطات سیار شبکه های حسگر بی سیم و RFID مکانیزم مختلف اینترنت اشیا می توانند با یکدیگر در هر مکان هر زمان و به هر شکل یک شناسه یکتا و یک پروتکل اینترنتی تعلق می گیرد که داده های لازم را برای پایگاه داده مربوطه ارسال می کند. داده هایی که توسط ابزار های مختلف از قبیل گوشی های تلفن همراه و انواع رایانه ها و تبلت ها قابل مشاهده خواهند بود.

عموما قبل از آنکه مشتریان یک خدمت مبتنی بر اینترنت اشیا را خریداری کنند در مورد کیفیت خدمات انتظاراتی دارند که بر پایه نیازهای شخصی، توقعات گذشته، توصیه هایی که شنیده اند و تبلیغات سازمان ارائه دهنده خدمت قرار دارد. بعد از خرید و مصرف خدمات مشتریان کیفیتی را که توقع داشته اند با آنچه واقعا دریافت کرده اند مقایسه می کنند. حال اگر خدمات ارائه شده در مرحله تحمل پذیری قرار گیرد آن ها احساس خواهند کرد که آن خدمت مناسب است. اما اگر کیفیت واقعی پایین تر از سطح خدمات مناسب و مغایر با انتظار مشتریان باشد یک اختلاف یا شکاف کیفیت بین عملکرد ارائه کننده خدمت و انتظارات مشتری ایجاد شده است. در راستای دستیابی به کیفیت خدمت مطلوب، پیشنهاد های کاربردی زیر ارائه می گردد:

- در پروژه هایی با پیچیدگی زیاد مانند اینترنت اشیا، شناسایی اجزای مدل کسب و کار بطور منفرد برای یک شرکت یا سازمان راهگشا نمیباشد و باید روابط میان اجزای مدل و منطق ایجاد و کسب ارزش در اکوسیستم مربوطه مورد توجه قرار گیرد.

- در شهر های هوشمند که با حجم عظیم منابع داده روبه رو هستیم، تحلیل کلان داده ها میتواند باعث ارزش آفرینی، تولید بینش در تصمیم گیری ها و اقدامات عملی شود.

- در زمینه شهر هوشمند علاوه بر ارزیابی کسب منافع مالی، راه حل های اینترنت اشیا باید از ابعاد ایجاد ارزش های زیست محیطی و اجتماعی مورد بررسی قرار گیرند؛ بطوریکه بر پیش بینی نیاز های شهروندان تأثیر بگذارد، کیفیت زندگی شهروندان را بهبود بخشد،

مشارکت آنها را افزایش دهد و از طریق بهبود بهره وری از منابع، کاهش ضایعات مضر، کاهش آلودگی و حفاظت از محیط زیست را در برداشته باشد.

- به منظور ایجاد این یکپارچگی میان زیرسیستم ها و پروژه های مختلف شهر هوشمند، لازم است مدل های کسب و کار اینترنت اشیا از منظر هم سویی با تصمیمات استراتژیک و قابلیت پاسخگویی به تغییرات محیطی ارزیابی شوند.

- تدوین مدیریت کیفیت و بهره وری در برنامه ریزی استراتژیک، امکان تخصیص منابع کافی برای بهبود و ارتقاء مشارکت و توانمندسازی مدیریت فرآیند کیفیت

- کاهش هزینه محصول و خدمات از طریق طراحی و پیشرفت فرآیند مدیریت کیفیت و بهره وری

- به رسمیت شناختن دستاوردهای مدیریت کیفیت و بهره وری زمانی که پیشرفت با موفقیت انجام می شود در نهایت لازم به ذکر است، رضایتمندی کاربران حوزه اینترنت اشیا و ارائه سطح مطلوب کیفیتی در ارائه خدمات مرتبط، از عوامل اصلی موفقیت این پارادایم در حال پیشرفت و توسعه می باشد. لذا ارائه دهندگان خدمات، با استفاده از روش ها و تکنیک های مختلف سعی در ارائه بهترین کیفیت خدمات با قیمت های متفاوت و متنوع به مشتریان می باشند. از این رو، بکارگیری یک دیدگاه مدیریت کیفیت مناسب، مشتریان بیشتر و درآمدهای بالاتر را برای ارائه دهندگان این خدمات جذب خواهد کرد.

نتیجه گیری:

اینترنت اشیا به شبکه ای از اشیا فیزیکی گفته می شود که از طریق اینترنت با حسگرها، نرم افزارها و سایر فناوری ها، به دیگر دستگاه ها و سیستم ها متصل شده و اقدام به انتقال داده ها می کنند. این دستگاه ها طیف گسترده ای از اشیا خانگی معمولی گرفته تا ابزارهای صنعتی پیچیده را شامل می شوند. درواقع در حال حاضر بیش از ده میلیارد دستگاه در سرتاسر جهان وجود دارند که به اینترنت اشیا متصل هستند؛ باین حال کارشناسان انتظار دارند تا این رقم تا سال ۲۰۲۵ به بیست و دو میلیارد برسد. مدیریت موثر کیفیت خدمات در حوزه اینترنت اشیا یکی از راهبردهای زیرساختی و مهم در مدیریت پهنای باند شبکه های توزیعی و خدمات اینترنت اشیا است. این مقاله بر بررسی شاخص های کیفیت محور خدمات اینترنت اشیا، چالش ها و راهبرد های کیفی تمرکز کرده است. در پایان پس از تشریح چالش ها و شاخص های کیفی بنیادین در

¹ Radio Frequency Identification (RFID)

- [8] Li, L., Li, S., Zhao, S.: QoS-aware scheduling of services-oriented internet of things. *IEEE Trans. Ind. Inform.* 10(2), 1497 (2014)
- [9] Zhou J, Cap Z, Dong X, Vasilakos AV. Security and privacy for cloud-based IoT: challenges. *IEEE Commun Mag.* 2017;55(1):26–33. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2017.1600363CM>.
- [10] Zanella A, Bui N, Castellani A, Vangelista L, Zorzi M. Internet of things for smart cities. *IEEE IoT-J.* 2014;1(1):22–32.
- [11] Yan Z, Zhang P, Vasilakos AV. A survey on trust management for internet of things. *J Netw Comput Appl.* 2014;42:120–34.
- [12] Talavera JM, et al. Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. *Comput Electron Agric.* 2017;142(7):283–97.
- [13] Xu LD, He W, Li S. Internet of things in industries: a survey. *IEEE Trans Ind Inf.* 2014;10(4):2233–43.
- [14] Li, Q., Dou, R., Chen, F., Nan, G.: A qos-oriented web service composition approach based on multi-population genetic algorithm for internet of things. *Int. J. Comput. Intell. Syst.* 7(sup2), 26 (2014)
- [15] Shafiullah, M., Abido, M., Coelho, L.: 18th International Conference on Intelligent System Application to Power Systems (ISAP), 2015 (IEEE), pp. 1–6 (2015)
- [16] Li, H., Zhu, G., Zhao, Y., Dai, Y., Tian, W.: Energy-efficient and qos-aware model based resource consolidation in cloud data centers. *Clust. Comput.* 20(3), 2793 (2017)
- [17] Park E, Pobil AP, Kwon SJ. The role of internet of things (IoT) in smart cities: technology roadmap-oriented approaches. *Sustainability.* 2018;10:1388.
- [18] istefano S, Longo F, Scarpa M. QoS assessment of mobile crowd sensing services. *J Grid Comput.* 2015;13(4):629–50.

محیط های فناوری محور مرتبط با خدمات اینترنت اشیا، پیشنهاداتی جهت بهبود مدیریت کیفیت سرویس در این خدمات معرفی شد. برای تحقیقات آتی پیشنهاد میگردد پژوهشها در این زمینه از طریق مطالعه بر روی پروژه های واقعی مدیریت کیفیت در اینترنت اشیا در شهر هوشمند و به صورت مطالعات موردی انجام گیرد. همچنین، بررسی شاخصهای مؤثر بر کیفیت کسب و کار اینترنت اشیا در سایر حوزه ها مانند، خانه های هوشمند یا صنعت هوشمند پیشنهاد میشود. در آخر، مطالعات کمی جهت مقایسه مدل های کیفی کسب و کار بر اساس شاخصهای ارائه شده میتواند باعث گسترش غنای کارکردها در این حوزه گردد.

منابع:

- [1] Haikal, A.Y., Badawy, M., Ali, H.A.: Towards internet QoS provisioning based on generic distributed QoS adaptive routing engine. *Sci. World J.* 2014, 29 (2014)
- [2] Al-Fuqaha A, Guizani M, Mohammadi M, Aledhari M, Ayyash M. Internet of things: a survey, on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Commun Surv Tutor.* 2015;17(June):2347–76.
- [3] Sfar AR, Natalizio E, Challal Y, Chtourou Z. A roadmap for security challenges in the internet of things. *Digit Commun Netw.* 2018;4(1):118–37.
- [4] Colacovic A, Hadzialic M. Internet of things (IoT): a review of enabling technologies, challenges and open research issues. *Comput Netw.* 2018;144:17–39.
- [5] ubbi J, Buyya R, Marusic S, Palaniswami M. Internet of things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions. *Future Gener Comput Syst.* 2013;29(7):1645–60.
- [6] Ming, Z., Yan, M.: QoS-aware computational method for iot composite service. *J. China Univ. Posts Telecommun.* 20, 35 (2013)
- [7] Babovic ZB, Protic V, Milutinovic V. Web performance evaluation for internet of things applications. *IEEE Access.* 2016;4:6974–92.