دانشگاه کردستان

University of Kurdistan

رایانش مه و نقش آن در کاربردهای مبتنی بر اینترنت اشیاء

Fog Computing and its role in the IoT-based Applications

سعدون عزیزی

عضو هیأت علمی گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

آذر ۹۷

رئوس مطالب

- مقدمه‌ای بر اینترنت اشیاء
- استفاده از مدل رایانش ابری
- ظهور رایانش مه
- آشنایی با رایانش مه
- رایانش مه و نقش آن در اینترنت اشیاء
- چالش‌ها و زمینه‌های تحقیقاتی رایانش مه
- معرفی چند مقاله در حوزه رایانش مه
- نتیجه‌گیری و مراجع

اینترنت اشیاء چیست؟

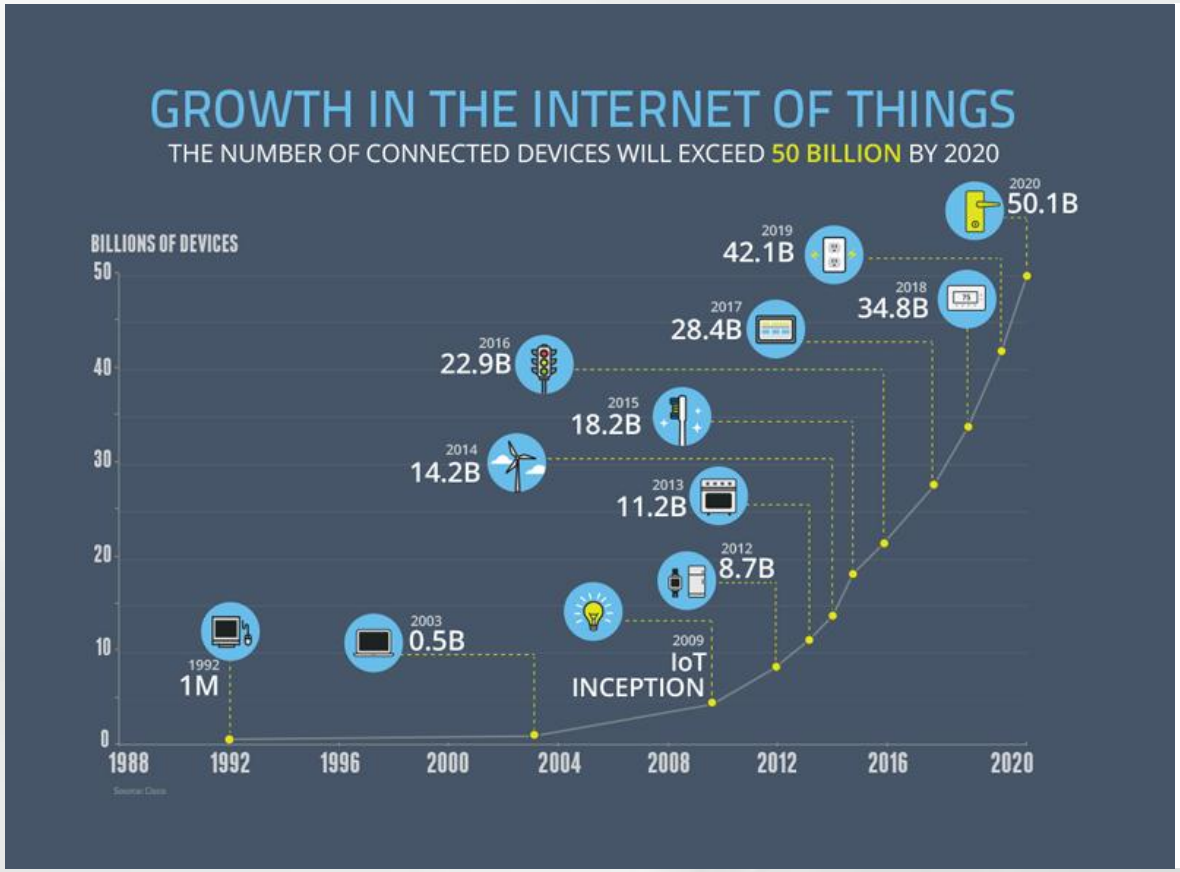
- اینترنت اشیاء را می‌توان به عنوان یک شبکه از عناصر فیزیکی در نظر گرفت که توسط موارد زیر قدرت می‌گیرد:
  - **حسگرها:** برای جمع‌آوری اطلاعات
  - **شناسه‌ها:** برای شناسایی منبع داده‌ها
  - **نرم‌افزار:** برای تحلیل داده‌ها
  - **اتصال به اینترنت:** برای برقراری ارتباط و اعلام کردن
- با کنار هم قرار دادن این موارد:

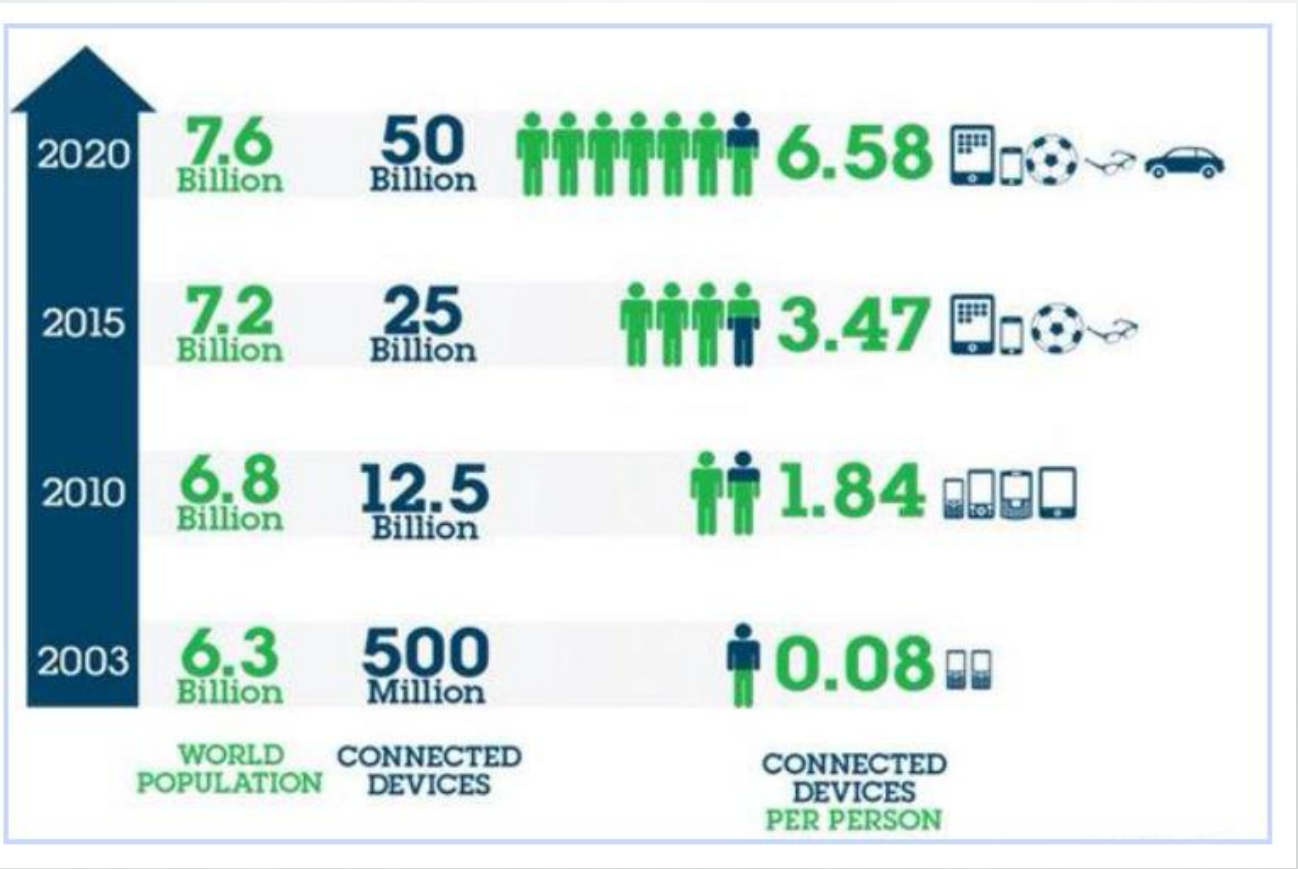
> IoT is the network of things, with clear element identification, embedded with software intelligence, sensors, and ubiquitous connectivity to the Internet.

مشخصات اینترنت اشیاء

- محدودیت توان محاسباتی و ذخیره‌سازی دستگاه‌ها
- محدودیت منبع انرژی
- تعداد دستگاه‌های بسیار زیاد
- تولید داده‌های حجیم، متنوع و سریع (big data)
- برنامه‌های کاربردی بلادرنگ

تعداد دستگاه‌های اینترنت اشیاء (منبع: سیسکو)





استفاده از رایانش ابری

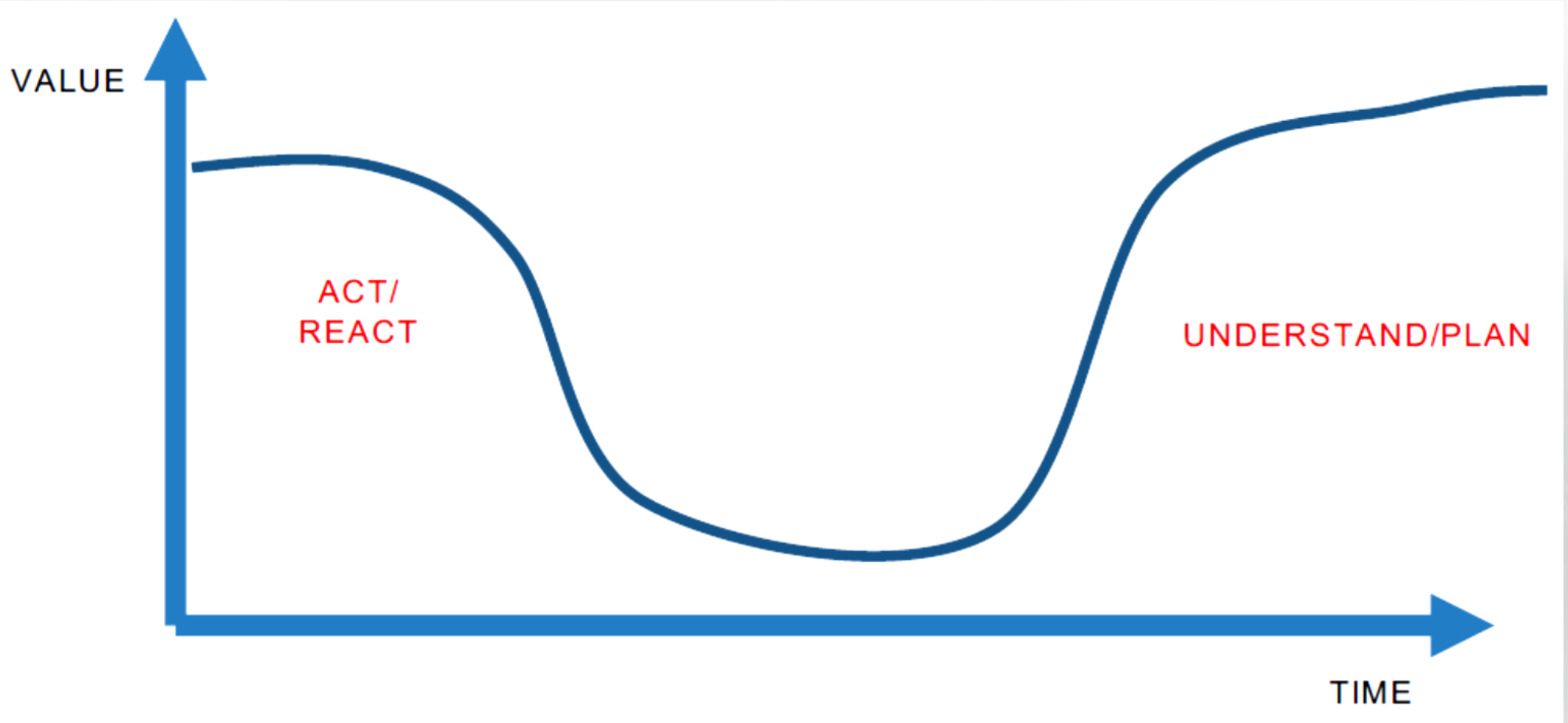
Cloud Data Centers

IoT Devices

معایب رایانش ابری برای کاربردهای مبتنی بر اینترنت اشیاء

- نیاز به اینترنت
- تأخیر بالا
- مصرف پهنای‌باند شبکه
- امنیت

ارزش داده‌ها با گذر زمان



ظهور پارادایم رایانش مه

Fog Computing and Its Role in the Internet of Things

Flavio Bonomi, Rodolfo Milito, Jiang Zhu, Sateesh Addepalli
Cisco Systems Inc.
170 W Tasman Dr. San Jose, CA 95134, USA
{flavio, romilito, jiangzhu, sateeshk}@cisco.com

In *the first workshop on Mobile Cloud Computing*, Helsinki, Finland — August 17, 2012, ACM.

Fog Computing extends the Cloud Computing paradigm to the edge of the network, thus enabling a new breed of applications and services. Defining characteristics of the Fog are: a) Low latency and location awareness; b) Wide-spread geographical distribution; c) Mobility; d) Very large number of nodes, e) Predominant role of wireless access, f) Strong presence of streaming and real time applications, g) Heterogeneity. In this paper we argue that the above characteristics make the Fog the appropriate platform for a number of critical Internet of Things (IoT) services and applications, namely, Connected Vehicle, Smart Grid, Smart Cities, and, in general, Wireless Sensors and Actuators Networks (WSANs).

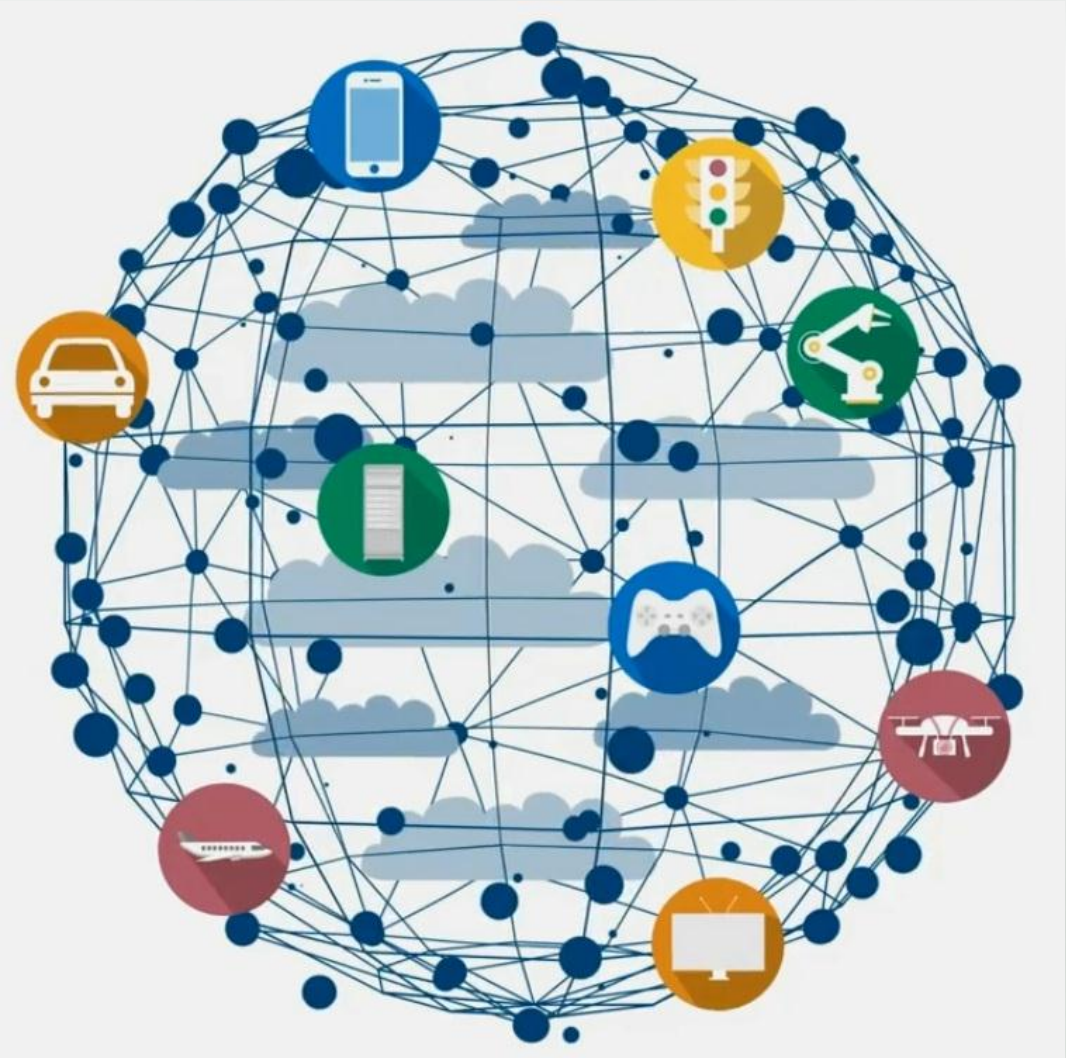
ظهور رایانش مه

Cloud Data Centers

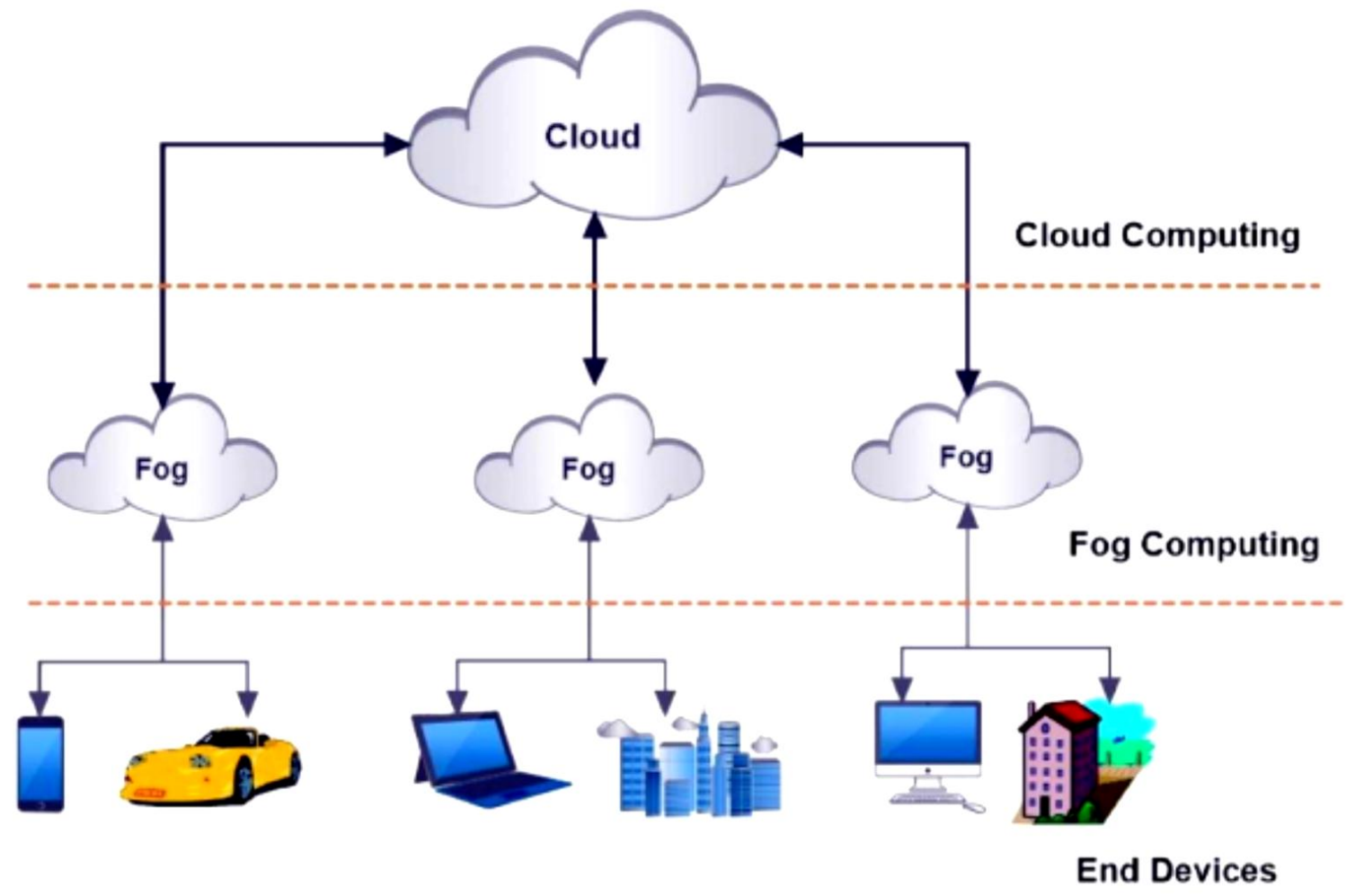
Fog Computing

IoT Devices

ظهور رایانش مه



جایگاه مه


Cloud
Cloud Computing
Fog
Fog
Fog
Fog Computing
End Devices

گره‌های مه

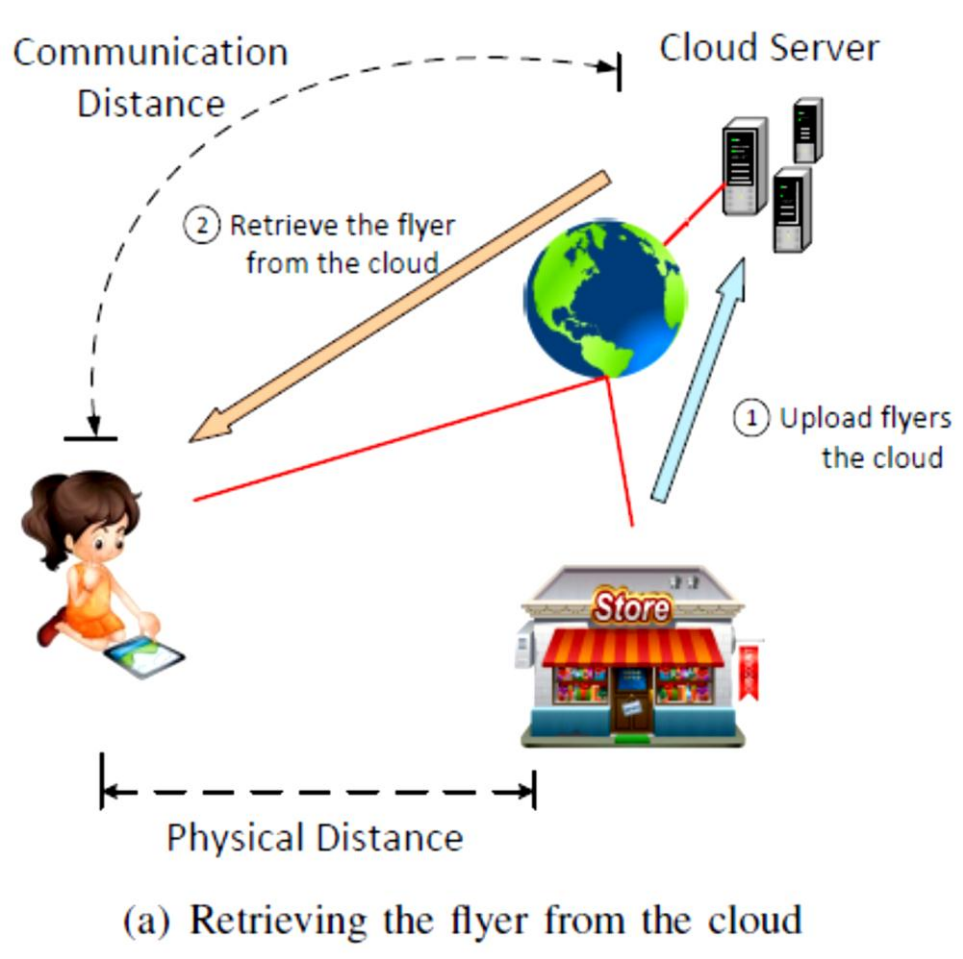
- **گره مه (fog node):** گره‌ای که دارای قدرت محاسباتی، فضای ذخیره‌سازی و قابلیت اتصال به شبکه باشد
  - مسیریاب‌ها
  - سوئیچ‌ها
  - سرورهای تعبیه‌شده
  - برد رزبرپای
  - دوربین‌های نظارتی
  - گوشی‌های هوشمند

- **دروازه (gateway):** گره مه‌ای که حسگرها/محرک‌ها را به اینترنت وصل می‌کند

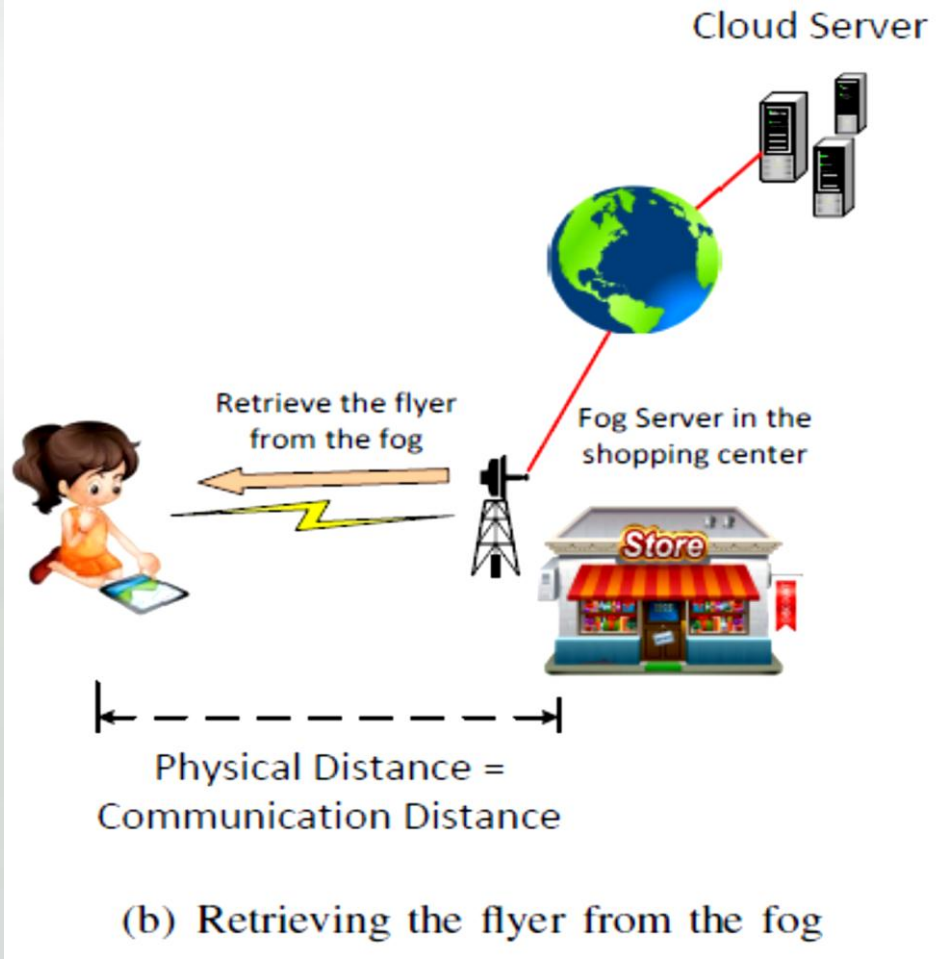
مقایسه رایانش مه و رایانش ابری

	Fog nodes near to IoT devices	Fog nodes at interface	Cloud
Response time	ms- sub seconds	Seconds-mints	Mints-hours-days
How long data stored	Transient	Short duration	Long duration
Coverage area	Very local	Wider	Global
Location awareness	Yes	Yes	No
Latency	Low	Low	High

رایانش مه (مثال ۱)

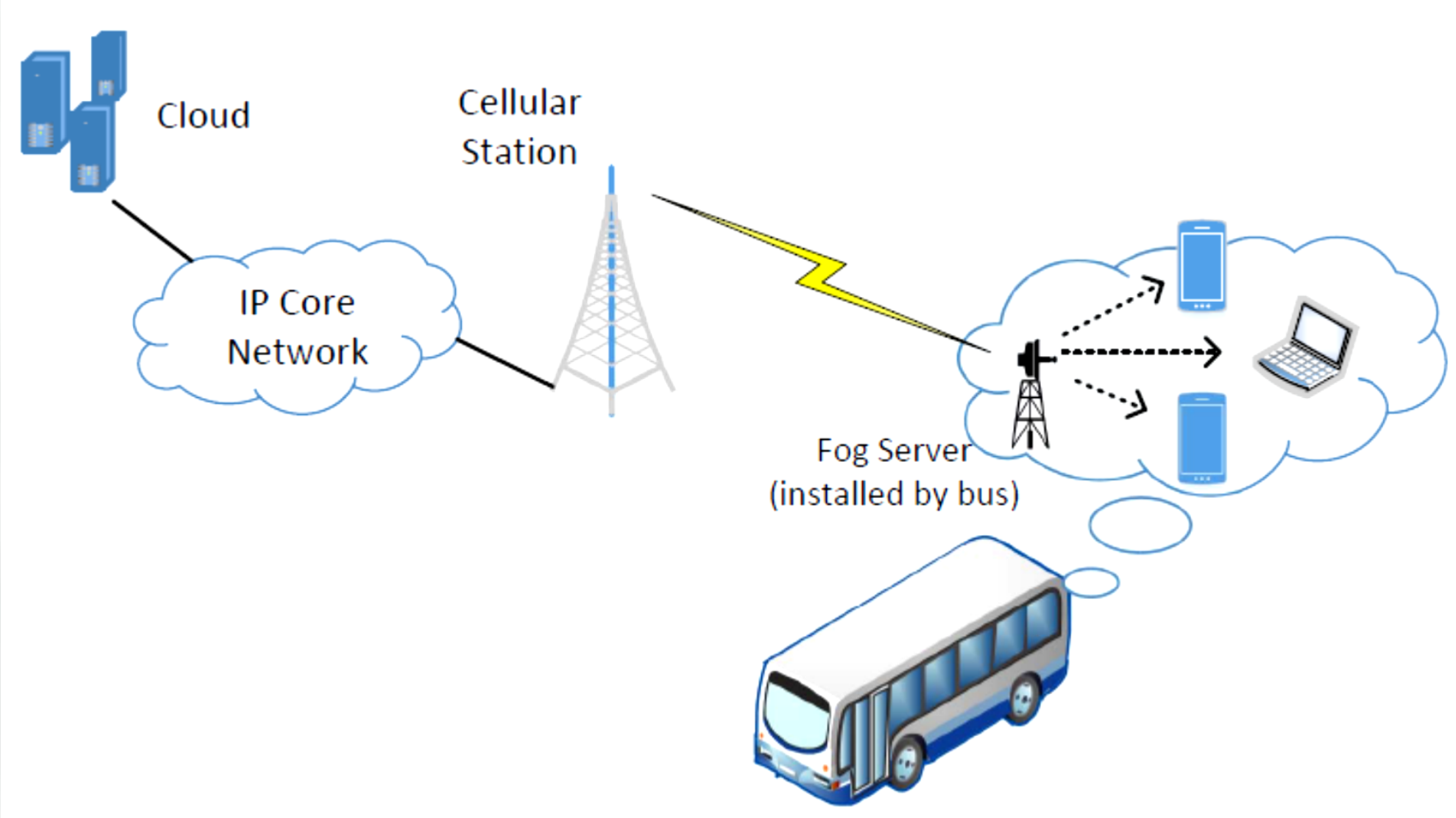


(a) Retrieving the flyer from the cloud



(b) Retrieving the flyer from the fog

رایانش مه (مثال ۲)



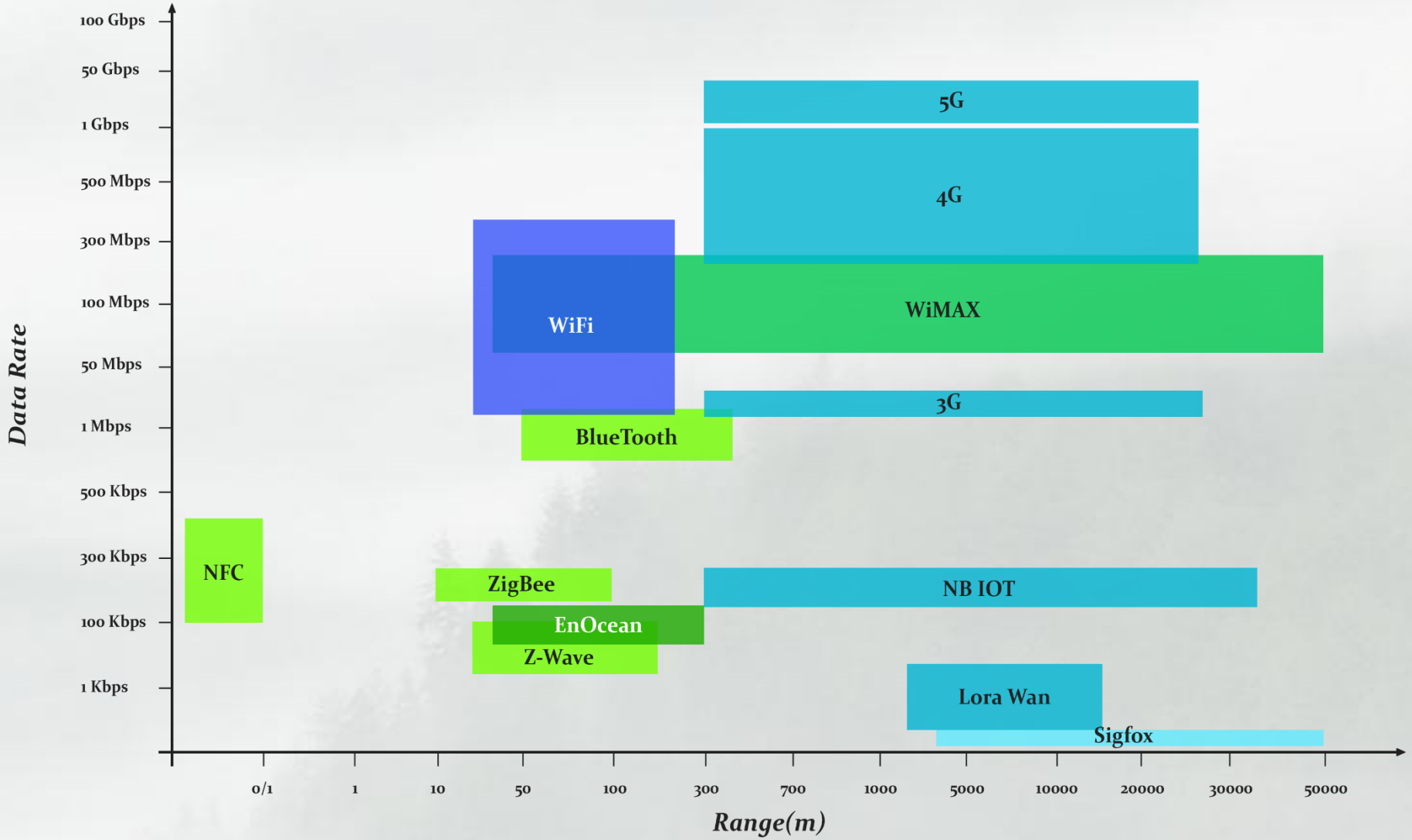
تعریف رایانش مه

- “Fog Computing is a highly virtualized platform that provides compute, storage, and networking services between end devices and traditional Cloud Computing Data Centers, typically, but not exclusively located at the edge of network” [1].
- “Fog computing is a paradigm with limited capabilities such as computing, storing and networking services in a distributed manner between different end devices and classic cloud computing” [2].
- “a system-level horizontal architecture that distributes resources and services of computing, storage, control and networking anywhere along the continuum from Cloud to Things” [3].

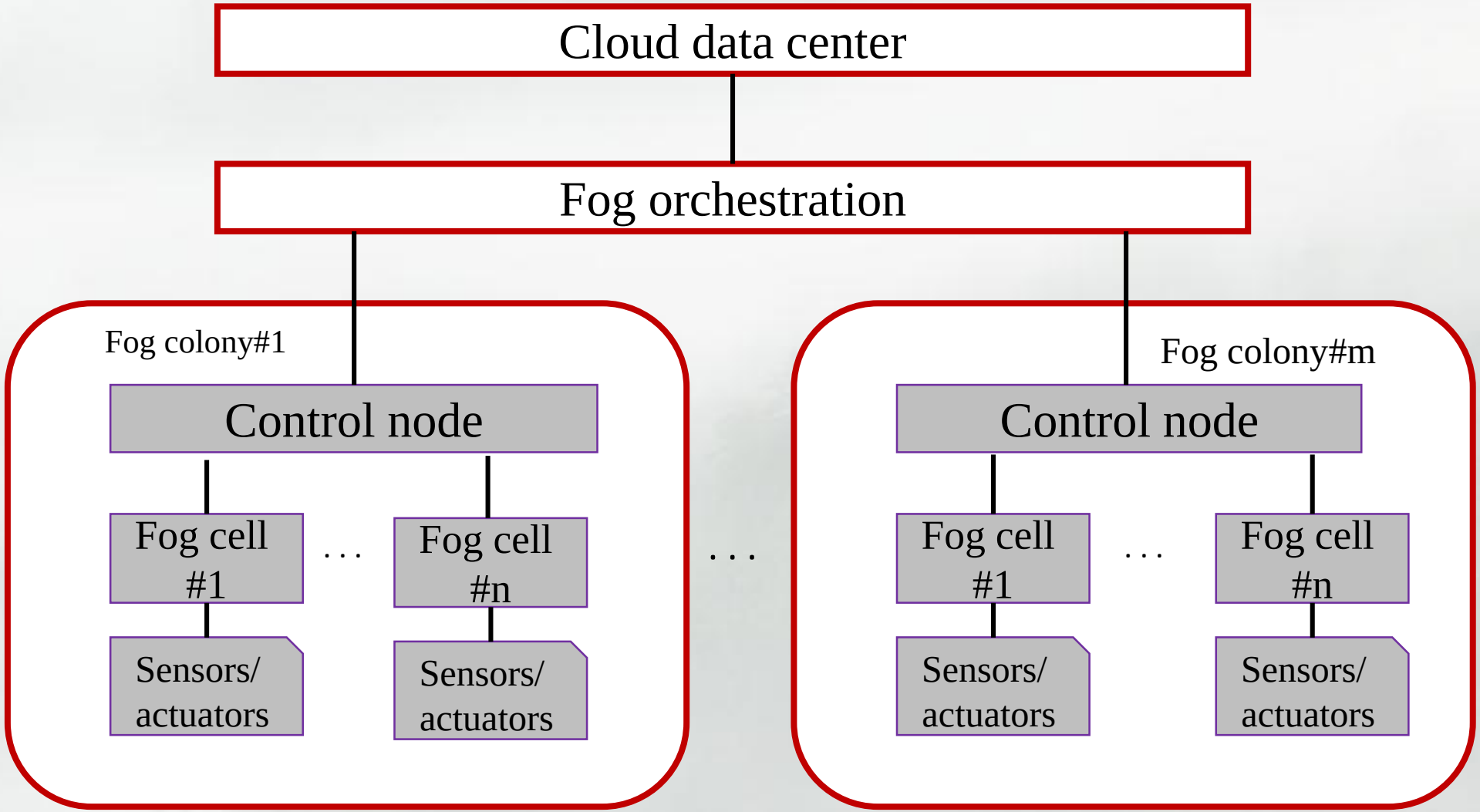
مشخصات رایانش مه (سیسکو)

- تأخیر پایین و آگاه از مکان
- توزیع جغرافیایی
- مقیاس‌پذیری
- تعاملات بلادرنگ
- پشتیبانی از تحرک
- ناهمگنی دستگاه‌ها و گره‌های مه
- تعامل با رایانش ابری

فناوری‌های ارتباطی بین دستگاه‌های IoT و گره‌های Fog



معماری رایانش مه



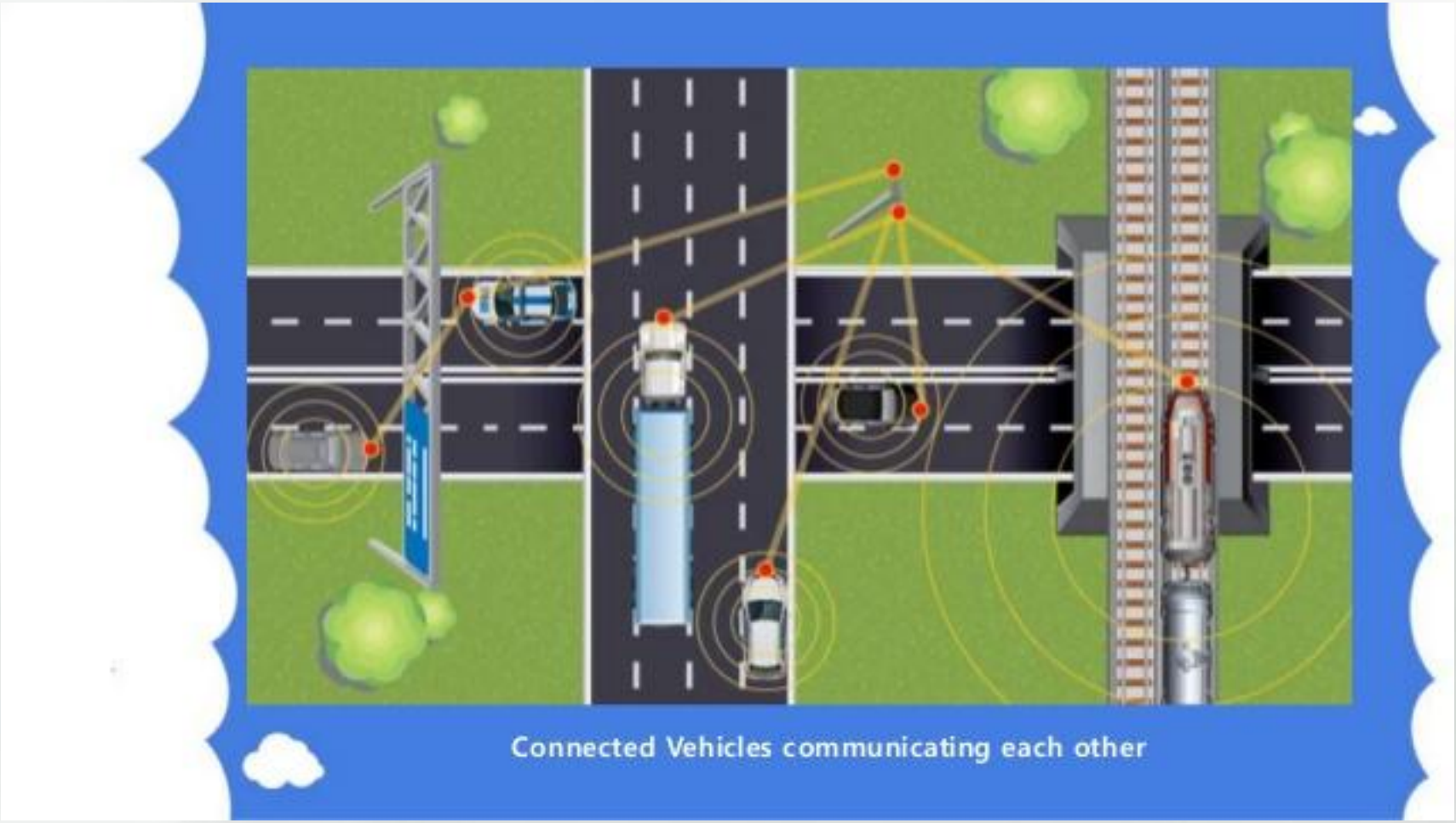
کنسرسیوم OpenFog

- کنسرسیوم **OpenFog** شامل موسسات تحقیقاتی و شرکت‌های فعال در حوزه‌های صنعت و فناوری اطلاعات در سراسر جهان است که هدف آن استانداردسازی و ترویج رایانش مه در ابعاد مختلف است
- این کنسرسیوم در سال **۲۰۱۵** توسط **سیسکو**، **اینتل**، **مایکروسافت**، **دانشگاه پرینستون**، **دل** و **آرم** شکل گرفت
- در حال حاضر دارای **۵۷** عضو از آمریکای شمالی، اروپا و آسیا است
- در **جولای ۲۰۱۸**، انجمن استانداردهای **IEEE** اعلام کرد که از معماری مرجع OpenFog به عنوان اولین استاندارد رایانش مه اقتباس کرده است.

کاربردهایی از اینترنت اشیاء که به تاخیر حساس هستند

- مراقبت از راه دور
- خودروهای متصل
- واقعیت افزوده
- استریم ویدئو
- چراغ‌های راهنمای هوشمند
- شبکه‌های هوشمند انرژی
- کارخانه‌های صنعتی

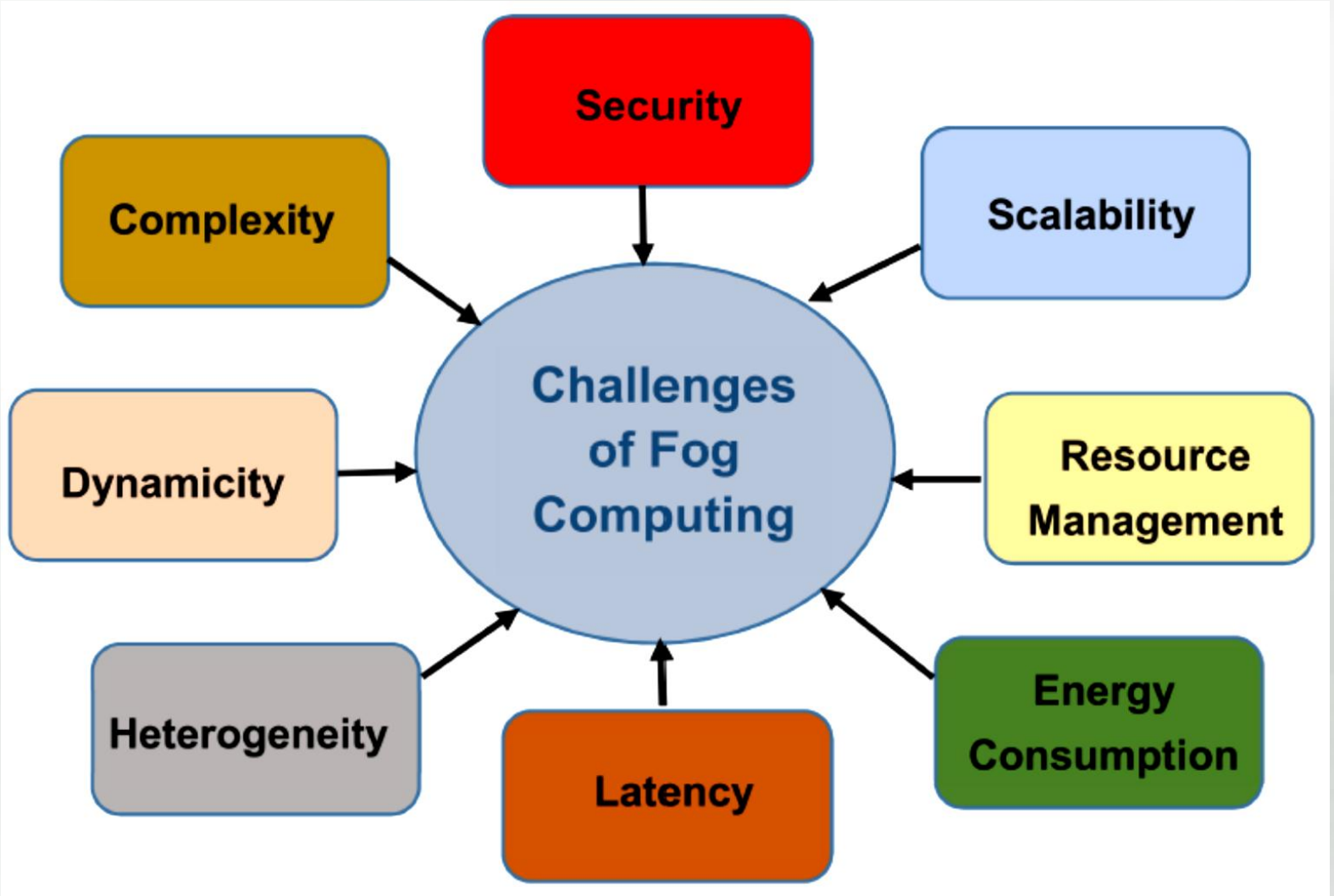
کاربردهای رایانش مه: خودروهای متصل



راه‌حل‌های رایانش مه برای چالش‌های اینترنت اشیاء

چالش‌های اینترنت اشیاء	چگونه رایانش مه می‌تواند این چالش‌ها را حل کند؟
محدودیت‌های تأخیر	پردازش و ذخیره‌سازی برنامه‌های کاربردی حساس به تأخیر در نزدیکی کاربران
محدودیت‌های پهنای‌باند شبکه	کاهش مقدار داده لازم برای انتقال به رایانش ابری توسط تکنیک‌های پردازش و تحلیل داده
دستگاه‌های با منابع محدود	کاهش پیچیدگی دستگاه‌ها و مصرف انرژی آنها با پردازش سلسله مراتبی داده‌ها
سرویس‌های بدون وقفه	اجرای پیوسته سرویس‌ها به طور مستقل حتی وقتی که اتصال شبکه به ابر نامنظم باشد

چالش‌های رایانش مه [4]



زمینه‌های تحقیقاتی رایانش مه

- مدیریت منابع (resource management)
- جایابی سرویس (service placement)
- زمانبندی سرویس (service scheduling)
- تعادل بار (load balancing)
- بهینه‌سازی مصرف انرژی (energy consumption optimization)
- ارائه یک پلتفرم جامع و یکپارچه برای برنامه‌های کاربردی مختلف مبتنی بر اینترنت اشیاء
- ارتباط fog-to-fog
- تحلیل داده در محیط مه (data analysis in fog environment)
- کاربردهای مبتنی بر مه (fog based applications)
- امنیت و حریم خصوصی (security and privacy)

برخی از مقالات اخیر

- **Optimal Workload Allocation in Fog-Cloud Computing Towards Balanced Delay and Power Consumption,** Internet of Things Journal, 2016, IEEE
- **Optimized IoT service placement in the fog,** Service Oriented Computing and Applications, 2017, Springer
- **Latency-aware Application Module Management for Fog Computing Environments,** ACM Transactions on Internet Technology, 2018, ACM
- **Fog Computing: Towards Minimizing Delay in the Internet of Things,** 1st International Conference on Edge Computing, 2017, IEEE

برخی از مقالات اخیر

- **Resource Aware Placement of IoT Application Modules in Fog-Cloud Computing Paradigm,** Symposium on Integrated Network and Service Management, 2017, IEEE
- **Quality of Experience (QoE)-aware placement of applications in Fog computing environments,** Journal of Parallel and Distributed Computing, 2018, Elsevier
- **Dynamic Resource Allocation for Load Balancing in Fog Environment,** Wireless Communications and Mobile Computing, 2018, WILEY
- **All One Needs to Know about Fog Computing and Related Edge Computing Paradigms: A Complete Survey,** arXiv, 2018

استفاده از رایانش مه

- **مه:** ابر نزدیک‌تر به زمین
- تحت عنوان **محاسبات لبه** (edge computing) نیز شناخته می‌شود
- رایانش مه را می‌توان به صورت یک پارادایم محاسباتی توزیع‌شده تعریف کرد که اساساً سرویس‌های فراهم‌شده توسط ابر را به لبه شبکه می‌آورد
- در واقع، **پلی** بین دستگاه‌های انتهایی و رایانش ابری است
- به دلیل نزدیکی به دستگاه‌های انتهایی، پتانسیل ارائه سرویس‌های با تأخیر پایین را دارد
- رایانش مه **مکملی** برای رایانش ابری است نه جایگزین آن
  - محاسبات بلادرنگ توسط مه صورت می‌گیرد در حالی که محاسبات شدید در ابر پردازش می‌شود

مراجع

1) Bonomi, F.; Milito, R.; Zhu, J.; Addepalli, S. Fog computing and its role in the internet of things. In Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing-MCC ’12, Helsinki, Finland, 17 August **2012**; pp. 13–15.

2) Verma, M.; Bhardwaj, N.; Yadav, A.K. “Real Time Efficient Scheduling Algorithm for Load Balancing in Fog Computing Environment” *Int. J. Inf. Technol. Comput. Sci.* **2016**, 8, 1–10.

3) Definition of Fog Computing. Available online: https://www.openfogconsortium.org/#definition-of-fogcomputing (accessed on 24 March **2018**).

4) Atlam, H., Walters, R., & Wills, G. Fog Computing and the Internet of Things: A Review. *Big Data and Cognitive Computing*, *2*(2), 10, **2018**.

5) Luan, T. H., Gao, L., Li, Z., Xiang, Y., Wei, G., & Sun, L. Fog computing: Focusing on mobile users at the edge. *arXiv preprint arXiv:1502.01815*, **2015**.

با تشکر از توجه شما