دانشگاه کردستان
University of Kurdistan

اینترنت اشیاء

Internet of Things (IoT)

مدرس: سعدون عزیزی

s.azizi@uok.ac.ir

دانشکده مهندسی - گروه کامپیوتر

نیمسال دوم ۹۷-۹۶

اهداف این فصل

* در این فصل انتظار می‌رود که دانشجو با مباحث زیر آشنا شود:

- درک مفهوم رایانش مه
- تفاوت رایانش مه با رایانش ابری
- تنظیم و هماهنگ‌سازی در مه
- مدیریت داده در مه

رایانش ابری

- رایانش ابری به مدلی اطلاق می‌شود که دسترسی مبتنی بر تقاضا به مخزنی از منابع محاسباتی به اشتراک‌گذاشته شده را روی بستر شبکه برای کاربران فراهم می‌سازد
- سرویس‌های رایانش ابری
  - نرم افزار به عنوان سرویس (SaaS)
  - پلتفرم به عنوان سرویس (PaaS)
  - زیرساخت به عنوان سرویس (IaaS)

ویژگی‌های رایانش ابری

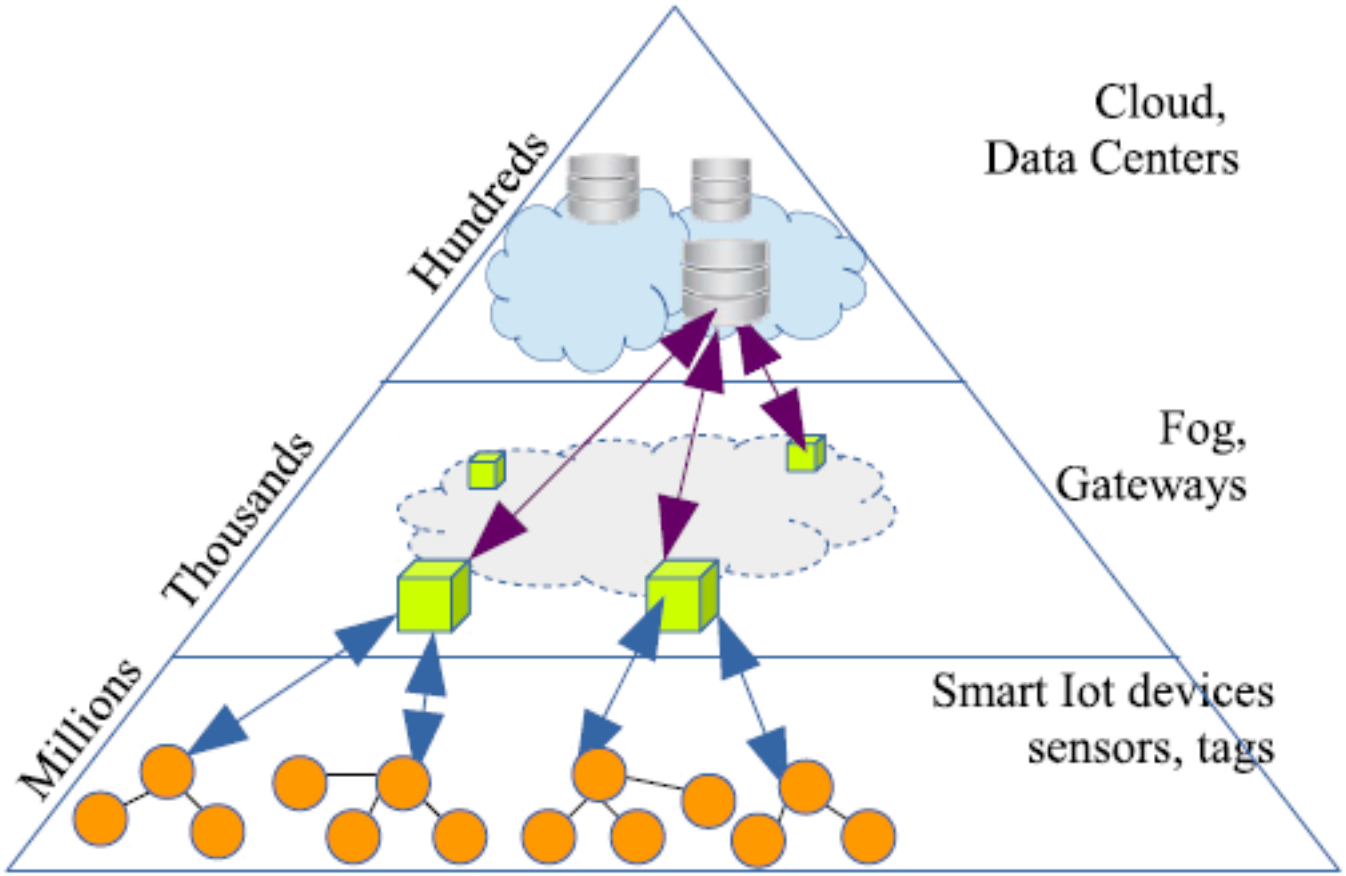
برخی از محدودیت‌های رایانش ابری

- ارتباط بین ابر و دستگاه‌های انتهایی
  - چنین ارتباطی بر بستر اینترنت است که مناسب بسیاری از کاربردی مبتنی بر اینترنت اشیاء نیست مانند کاربردهای حساس به تأخیر (latency-sensitive applications)
  - نمونه‌هایی از کاربردهای حساس به تأخیر: وسایل نقلیه متصل بهم، تشخیص آتش‌سوزی، شبکه هوشمند برق، تحویل محتوا
- بعضی از کاربردهای مبتنی بر اینترنت اشیاء دارای چندین مؤلفه هستند که ممکن است روی ابرهای مختلف استقرار داشته باشند
  - به وجود آمدن سربار ناشی از ارتباطات بین ابرها (تشدید تأخیر)
- چالش امنیت برای برخی از کاربردها
  - به خطر افتادن حریم خصوصی

رایانش مه (Fog Computing)

- 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

نقش منابع مه و ابر برای ارائه سرویس‌های IoT



عوامل پیدایش مه

- سیل داده
  - رشد بیش از حد حجم داده در مقابل پهنای‌باند شبکه
  - کل داده تولید شده تا سال ۲۰۰۳ حدود ۵ اگزابایت بوده است. در حال حاضر، هر دو روز این حجم از داده تولید می‌شود!
- تحرک سریع
  - تغییر زیاد در شرایط شبکه که منجر به کاهش شدید سرویس و اتصال به ابر می‌شود
- کنترل قابل اطمینان
  - نیاز به اتصال با تأخیر پایین برای کنترل بلادرنگ و قابل اطمینان
- مدیریت و تحلیل‌های داده
  - نیاز به پشتیبانی از مدیریت داده به صورت توزیع شده و سلسله مراتبی

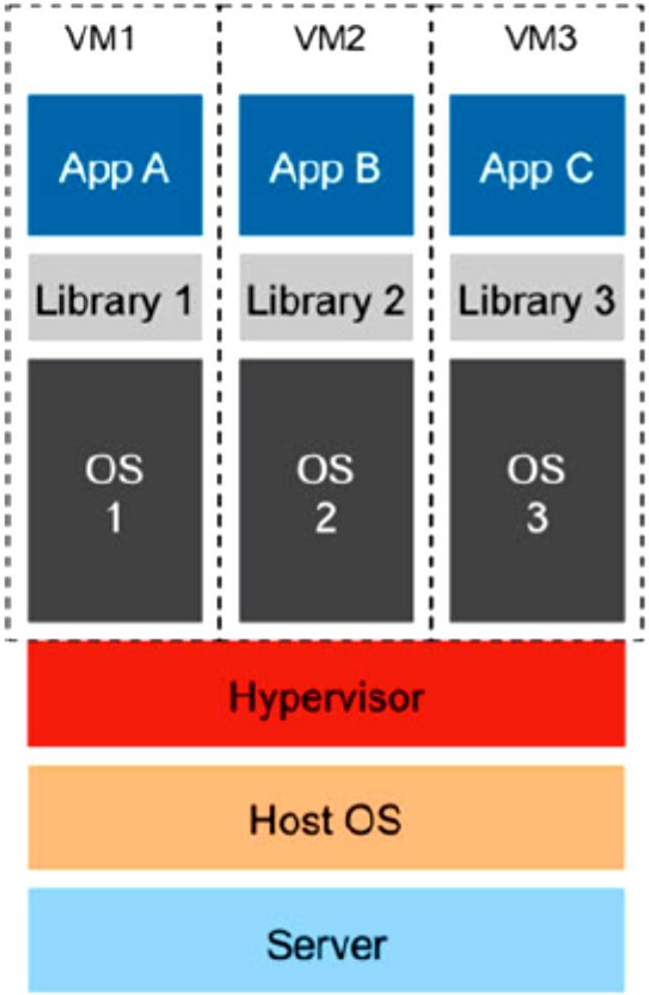
مشخصات و مزیت‌های رایانش مه

- کاهش ترافیک شبکه
- کاهش زمان پاسخ‌گویی با انجام پردازش در لبه شبکه (نزدیک به دستگاه‌های انتهایی)
  - مناسب برای کاربردهای بلادرنگ و حساس به تأخیر
- کیفیت سرویس
- معماری توزیع شده
- مقیاس‌پذیری
- امنیت

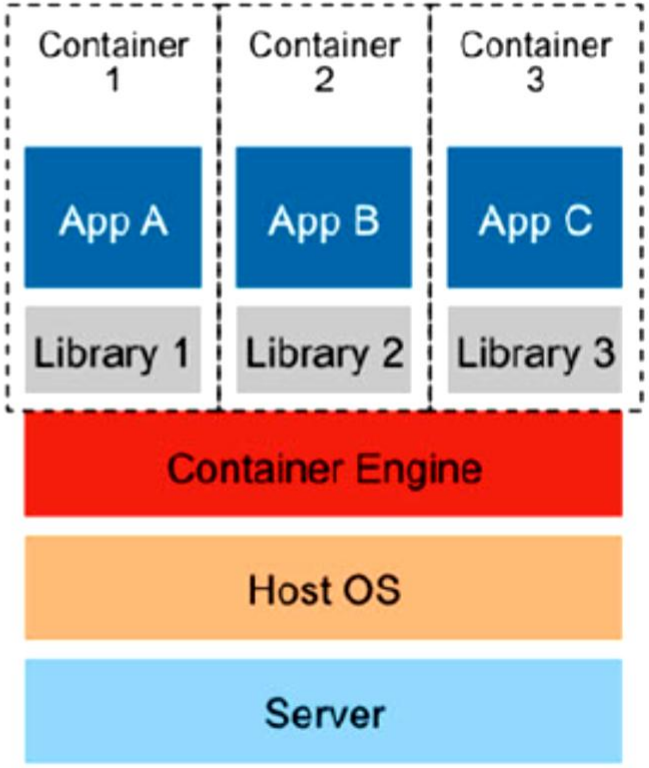
مقایسه رایانش مه و رایانش ابری

Requirement	Cloud computing	Fog computing
Latency and jitter	High/medium	Low
Location of service	Within Internet	Network edge
Distance between data sources/consumers	Multiple hops	Single hop
Location awareness	No	Yes
Geo-distribution	Centralized (data center)	Distributed
Number of nodes	Large	Larger
Support for mobility	No	Yes
Data analytics	Data at rest	Data in motion
Connectivity	Wireline	Wireless

فناوری‌های مجازی‌سازی



Virtual Machine Paradigm

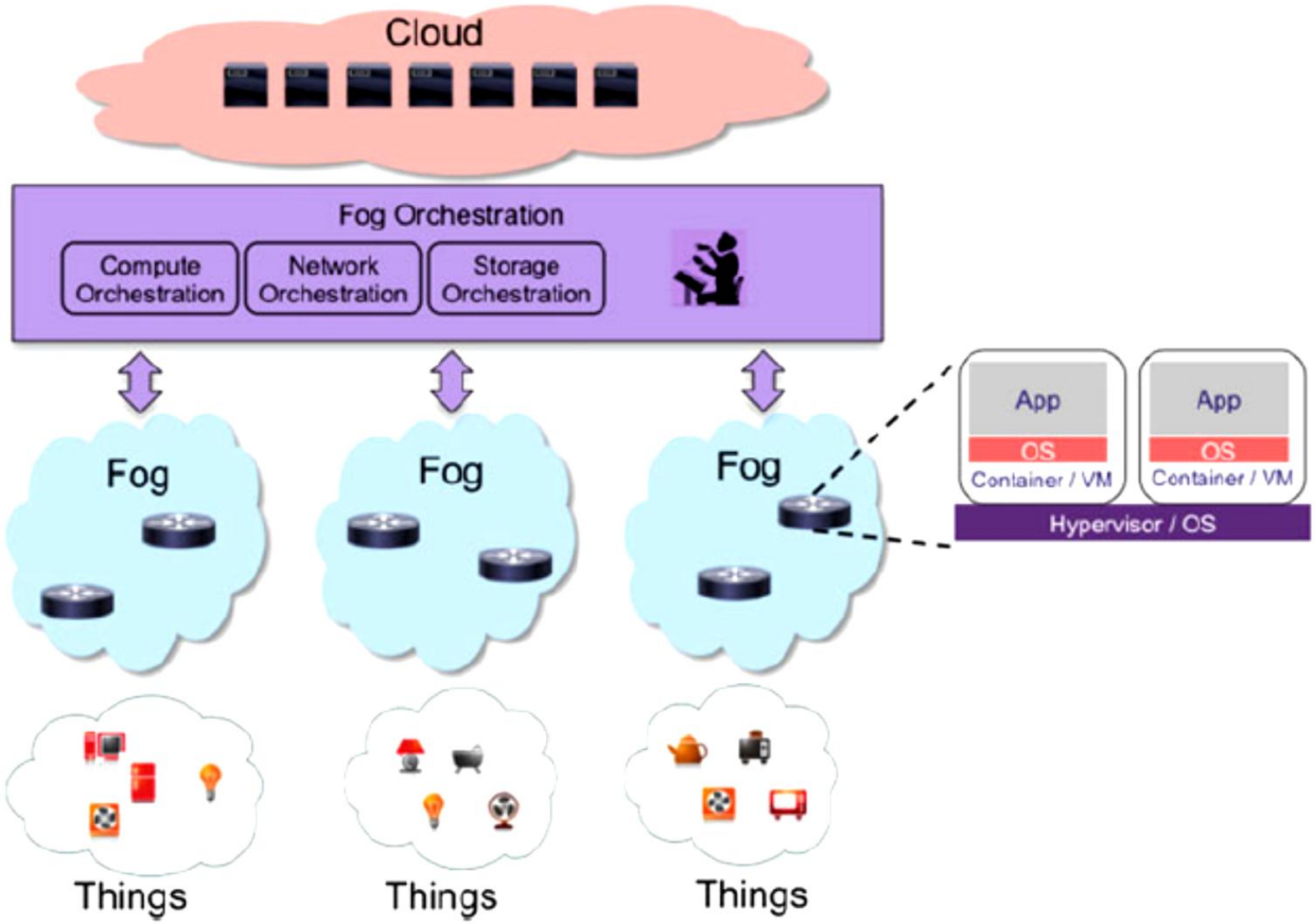


Container Paradigm

تنظیم و هماهنگ‌سازی در مه

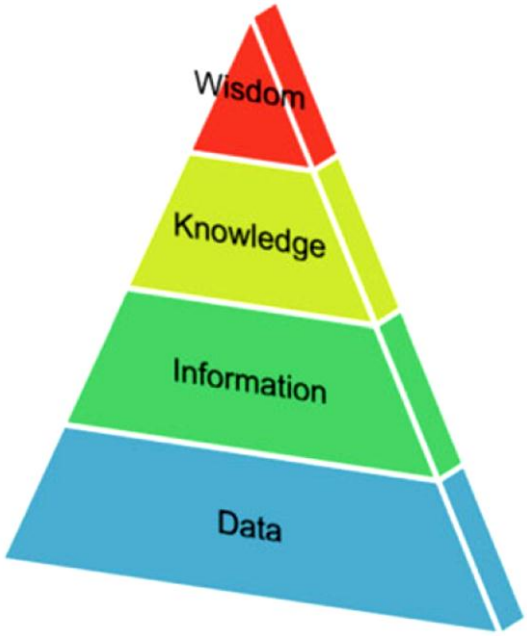
- فرآیند خودکارسازی جریان‌های کاری مختلف
  - تأمین و مدیریت منابع محاسباتی، شبکه‌ای و ذخیره‌سازی
- سروکار داشتن با توپولوژی‌هایی که اشیاء مختلف با نیازمندهای مختلف را بهم وصل می‌کنند (تنوع در پهنای‌باند، تأخیر، قابلیت اطمینان)
- برقراری اتصال کارآمد بین برنامه‌های کاربردی و اشیاء
- تضمین کارایی شبکه

تنظیم و هماهنگ‌سازی در مه



هرم DIKW

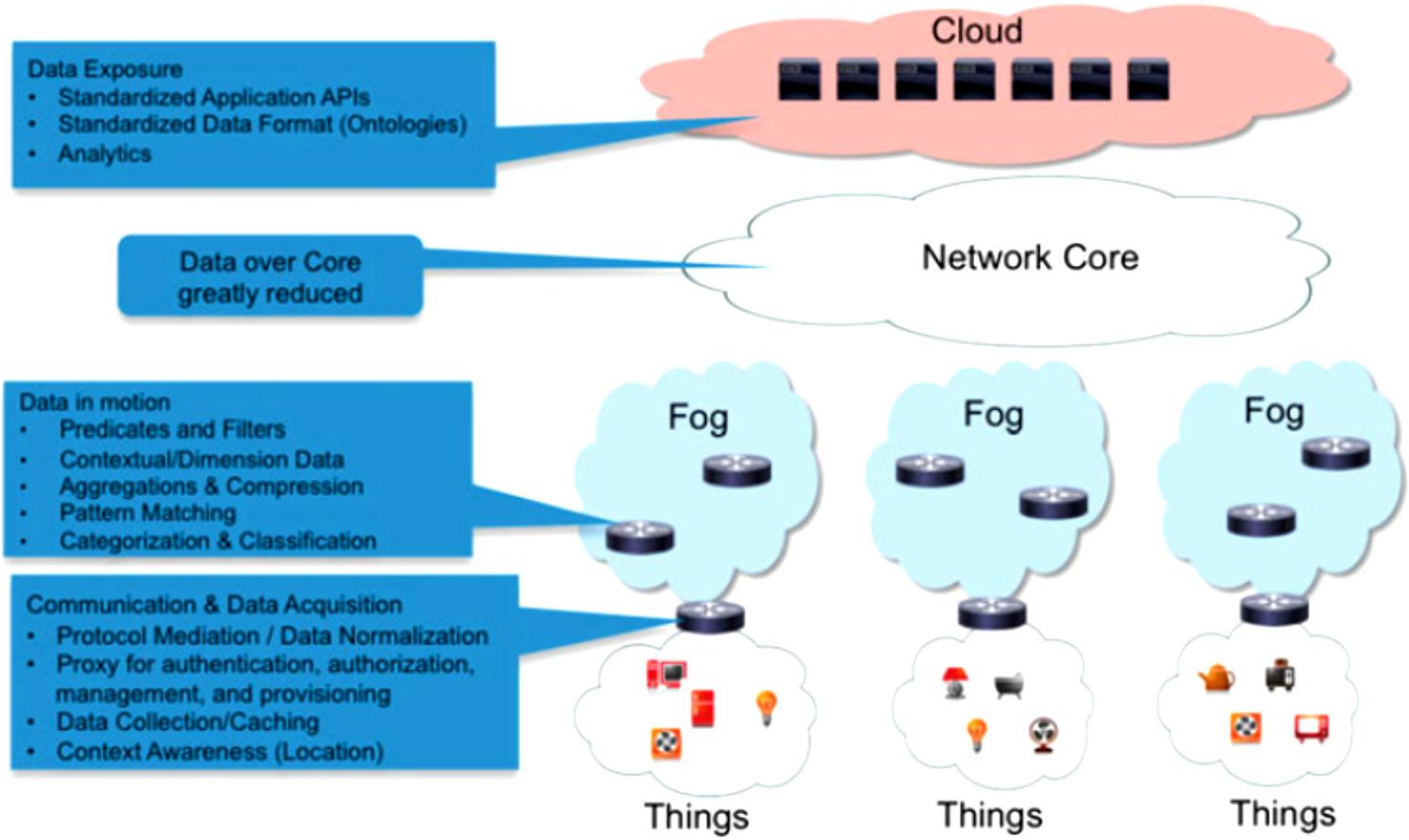
- داده: نمادها و بیت‌ها
- اطلاعات: پردازش روی داده‌ها (پاسخ دادن به سوالات "who"، "what"، "when" و "when")
- دانش: جمع‌آوری و ترکیب تکه‌های اطلاعات با هم برای کشف الگو (پاسخ دادن به سوال "how")
- عقلانیت: بکارگیری دانش برای یادگیری و کسب خروجی‌های بهتر



مدیریت داده در مه

- بیشتر داده‌های جدیدی که توسط اینترنت اشیاء تولید می‌شوند از نوع بلادرنگ (real-time) هستند
- ارزش داده با گذشت زمان کم‌رنگ می‌شود یا به کلی از بین می‌رود
- چالش‌های ذاتی در جمع‌آوری، جستجو، به اشتراک‌گذاری، تحلیل و بصری‌سازی منجر به توسعه نرم‌افزارها و چارچوب‌های پردازش موازی وسیع شده است که روی ده‌ها، صدها و هزاران سرور اجرا می‌شوند
  - Hadoop, Spark, Storm, Flink, Kafka
- تجزیه و تحلیل داده می‌تواند شامل یک یا چند مورد زیر باشد:
  - تجمع (aggregation)
  - کاهش/فیلتر کردن (reduction/filtering)
  - طبقه‌بندی (classification)
  - تطابق الگو (pattern matching)
  - ...

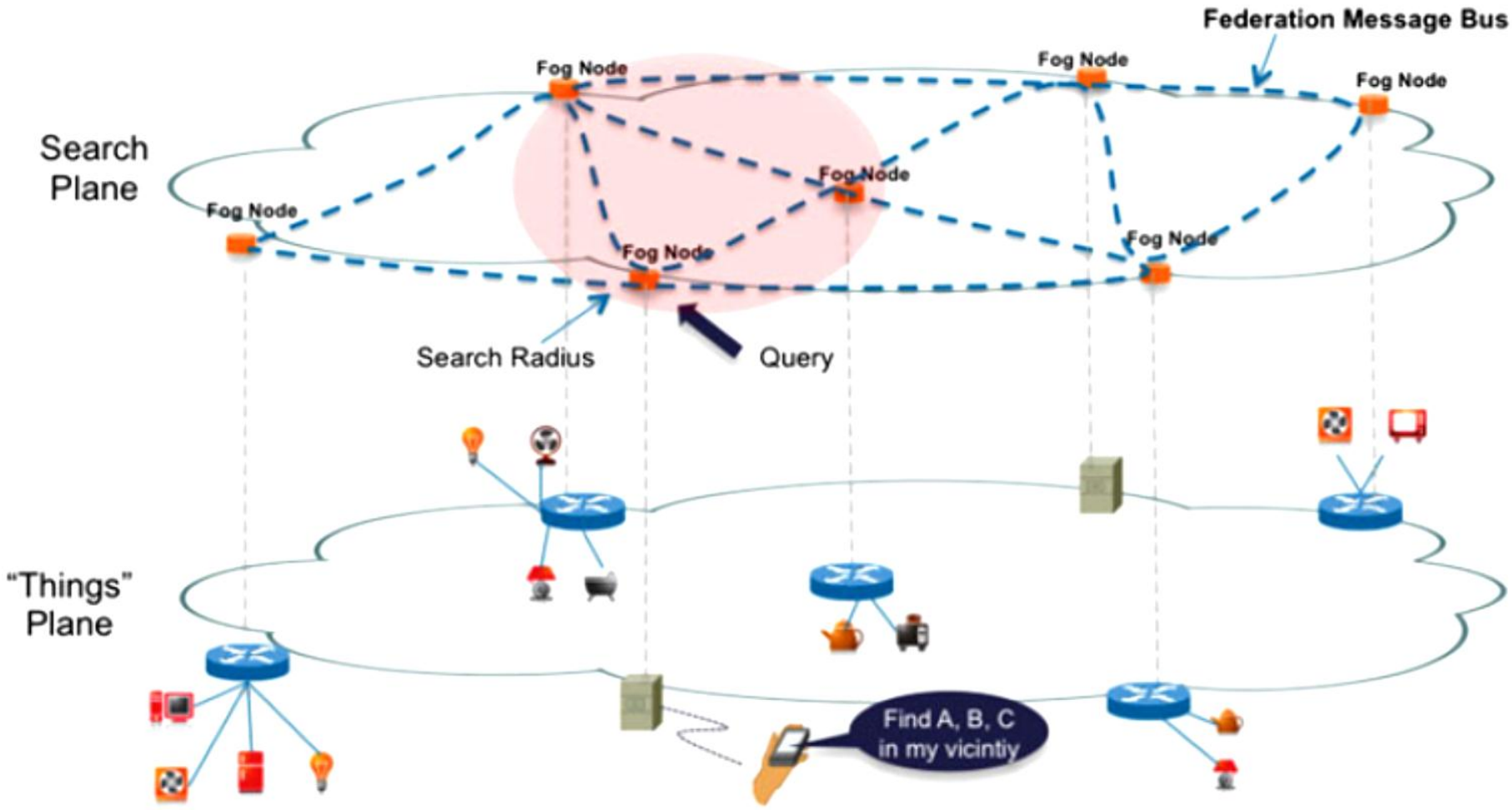
مدیریت داده در مه



جستجوی داده در مه

- با در دسترس بودن مقادیر زیاد داده، نیاز به مکانیزم‌های مطمئن و مؤثر جستجو برای اطلاعات به وجود می‌آید
- فناوری‌ها و موتورهای جستجو برای WWW با میزبان‌های ثابت یا با داده‌هایی سروکار دارند که تغییرات داده در آنها به کندی صورت می‌گیرد
- IoT به راه‌حلی توزیع شده برای جستجوی داده نیاز دارد به طوری که پرس‌وجوها بتوانند در سراسر دامنه مه پخش شوند
- راه‌حل را به طور منطقی می‌توان به دو سطح تقسیم کرد:
  - **سطح اشیاء** (Things Plane): شامل اشیاء فیزیکی، شبکه و گره‌های محاسباتی در مه
  - **سطح جستجو** (Search Plane): نگاه منطقی به گره‌های مه که از قابلیت جستجوی توزیع‌شده برخوردارهستند به اضافه شبکه ارتباطی بین آنها
- این راه‌حل به ملاحظات ویژه‌ای نیاز دارد تا انتشار منجر به طوفان ترافیک نشود.
- با محدود کردن فضای جستجو، شعاع جستجو، می‌توان مقیاس‌پذیری را تضمین کرد

جستجوی داده در مه



چالش‌ها و شکاف‌های پیش رو

- در رایانش ابری:
  - توپولوژی‌های شبکه به خوبی تعریف می‌شوند
  - زیرساخت به طور فیزیکی امن می‌شود.
  - ورودی و خروجی شبکه مرکز داده با دنیای خارج (مانند اینترنت) از طریق دستگاه‌های مانند فایروال صورت می‌گیرد
  - پهنای باند شبکه فراوان است و تغییر توپولوژی فیزیکی شبکه نسبتاً آسان است
- در رایانش مه:
  - برنامه‌ها ممکن است که به طور منطقی با هم گروه شده باشند اما لزوماً متعلق به تنظیم فیزیکی یکسانی نباشند (نیاز به سیستم تنظیم و هماهنگ‌سازی در مه)
  - چالش مربوط به نحوه برقراری ارتباط بین اشیاء و گره‌های مه
  - گره‌های مه ممکن است در محیطی استقرار پیدا کنند که امکان دسترسی فیزیکی به آن وجود داشته باشد
  - نیاز به یک مدل برنامه‌نویسی سطح بالا برای سهولت در توسعه نرم‌افزارهای توزیع‌شده با مقیاس بزرگ

چند مقاله مرتبط در زمینه رایانش مه

- Mouradian, C., Naboulsi, D., Yangui, S., Glitho, R.H., Morrow, M.J. and Polakos, P.A., A Comprehensive Survey on Fog Computing: State-of-the-art and Research Challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2017.
- Bitam, S., Zeadally, S. and Mellouk, A., Fog computing job scheduling optimization based on bees swarm. *Enterprise Information Systems*, pp.1-25, 2017.
- Gupta, H., Vahid Dastjerdi, A., Ghosh, S.K. and Buyya, R., iFogSim: A toolkit for modeling and simulation of resource management techniques in the Internet of Things, Edge and Fog computing environments. *Software: Practice and Experience*, *47*(9), pp.1275-1296, 2017.
- Zeng, D., Gu, L., Guo, S., Cheng, Z. and Yu, S., Joint optimization of task scheduling and image placement in fog computing supported software-defined embedded system. *IEEE Transactions on Computers*, *65*(12), pp.3702-3712, 2016.