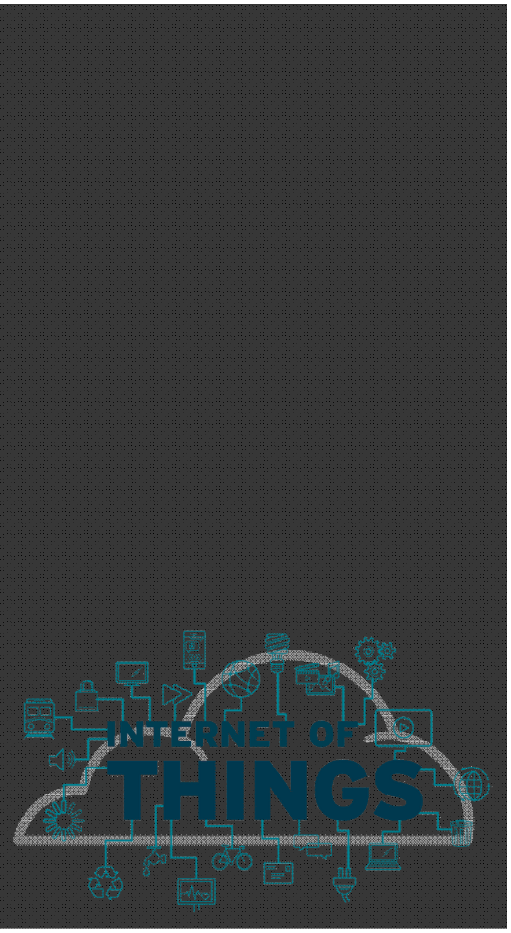


A software–defined caching scheme for the Internet of Things

محمد سعید انصاری

دانشجوی دکتری معماری کامپیوتر

استاد گرامی: خانم دکتر جاسبی

تعریف مسئله

- اینترنت اشیا پارادایمی است که در آن میلیاردها دستگاه ناهمگن به هم متصل و ارتباط برقرار می‌کنند.
- با این حال، پیاده‌سازی سرویس‌های جدید با استفاده از اینترنت اشیا ساده نیست و با چالش‌های بسیاری روبرو است.
- از جمله این چالش‌ها، ایجاد ارتباط بین گره‌های ناهمگن و ماهیت گذرا داده‌ها، است.
- یک جنبه مهم در مورد اینترنت اشیا، ماهیت محتوای داده‌های اینترنت اشیا است، به این معنی که بیشتر برنامه‌های کاربردی طراحی شده برای این اکوسیستم، صرف نظر از این‌که در کجا قرار دارند یا توسط چه کسی تولید می‌شود، به محتوا علاقه‌مند هستند.

تعریف مسئله

- یکی از رویکردهایی که می‌تواند برای کاهش چالش‌های مربوط به اجرای اینترنت اشیا استفاده شود، CCN (Network Named Content) است.
- یکی از مشخصه‌های اصلی CCN نام‌گذاری داده‌ها است که باعث می‌شود هر تکه داده به یک واحد شناسایی تبدیل شود.
- در این مقاله، یک مکانیسم کش جدید، کش مشارکتی چند معیاره توسعه یافته (EM3C)، پیشنهاد شده است.
- در EM3C، با در نظر گرفتن چندین ویژگی مرتبط با اینترنت اشیا و تعیین اهمیت نسبی آن‌ها با استفاده از روش‌هایی مانند AHP و روش آنتروپی شانون، تصمیم گرفته می‌شود که آیا محتوا باید کش شود یا نه و هم‌چنین مناسب‌ترین گره/گره‌ها برای کش اطلاعات انتخاب می‌شود.

روش‌های دیگر

- روش CCN به عنوان مبنای رفع چالش‌های موجود به کار گرفته می‌شود.

قابلیت‌های اصلی CCN عبارت هستند از:

- On-path caching: گره اطلاعاتی که از آن عبور می‌کند را ذخیره می‌کند.
- On-path cache hit: درخواست‌های دسترسی به محتوا فقط زمانی از کش بهره می‌برند که گره مسیر بسته دارای اطلاعات کش‌شده باشد.
- Disunity in path selection and caching decisions: هر گره به صورت مستقل تصمیم می‌گیرد که اطلاعات را کش کند یا نه. گره‌ها از وضعیت و قابلیت‌های محیط اطلاعی ندارند.

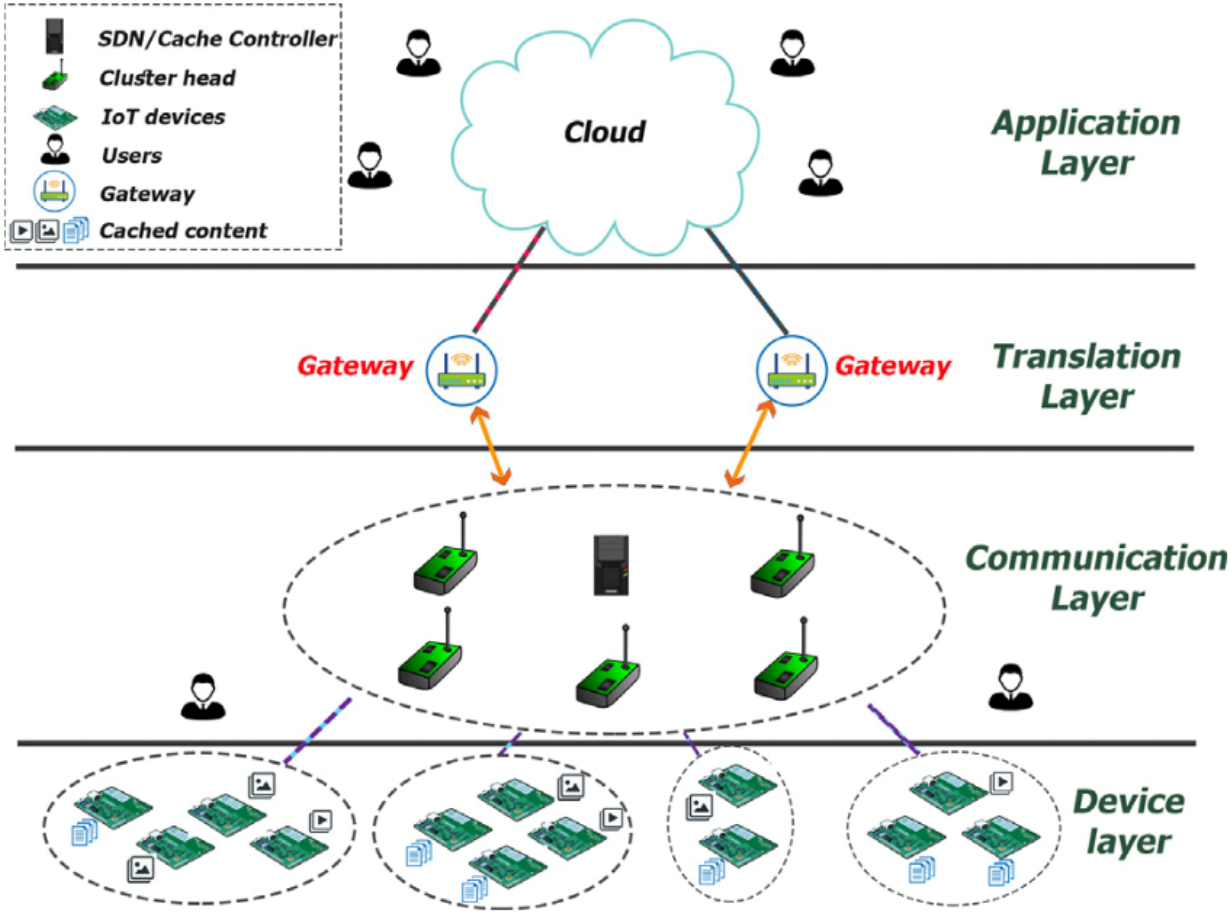
روش‌های دیگر

- روش CCN دارای ایراداتی خصوصا در اینترنت اشیا است:
  - High level of content redundancy: بر اساس on-path caching تمامی اطلاعات در هر hop کش شده و حجم بالایی از داده‌های تکراری می‌سازند.
  - Unbalanced utilization of resources: بر اساس محل قرارگیری گره، برخی زیر فشار و برخی بدون فشار خواهند بود.
  - Cached fragmentation: تکه‌های مختلف یک داده ممکن است در گره‌های متفاوتی کش شود.

راه‌کار پیشنهادی

- راه‌کار پیشنهادی 4 لایه متصور است:
  - لایه Application: سرورها و کاربران در این لایه هستند. سرورها ذخیره بلند مدت داده‌ها را برعهده دارند.
  - لایه Translation: این لایه درگاه‌ها را شامل می‌شود که لایه Application را به Communication متصل می‌کنند.
  - لایه Communication: کنترلر SDN/Cache در این لایه جهت انتخاب بهترین مسیر درخواست و محتوا، وجود دارد. سرخوشه‌ها که با پروتکل OpenFlow قوانین را از کنترلر SDN/Cache دریافت می‌کنند و به صورت محلی یا در ارتباط با دیگران کش می‌کنند، در این لایه هستند. سرخوشه می‌تواند تصمیم بگیرند که درخواست‌های کنترلر SDN/Cache را جهت کش اطلاعات انجام دهند یا نه.
  - لایه Device: در لایه تجهیزات و سنسورهای اینترنت اشیا وجود دارند. تجهیزات دارای حافظه هستند که توانایی کش محتوا جهت استفاده آتی را دارند.

راه‌کار پیشنهادی



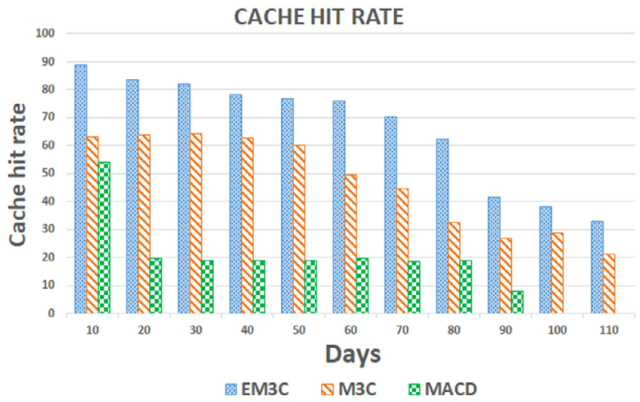
راه‌کار پیشنهادی

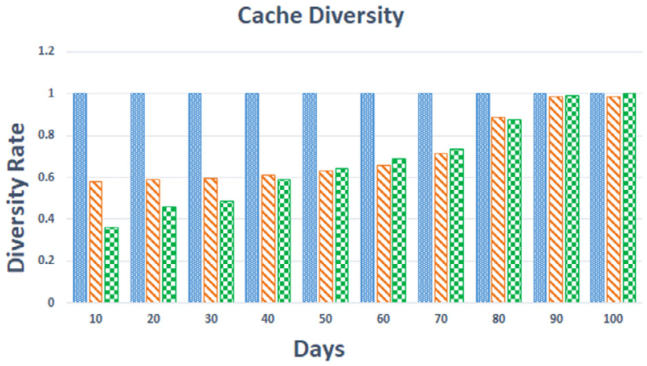
- شاخص‌ها جهت انتخاب خوشه مناسب توسط کنترلر SDN/Cacheجمع حافظه‌ها: جمع حافظه تمامی گره‌های درون یک خوشه
  - جمع انرژی‌ها: جمع باقی‌مانده انرژی تمامی گره‌های دورن یک خوشه
  - فاصله از خوشه مبدا: فاصله کنترلر تا مبدا محتوا
  - PLSI: شاخصی بر اساس اتصالات و موقعیت یک خوشه در مقایسه با دیگر خوشه‌ها
- شاخص‌های انتخاب گره مناسب جهت کش محتوا
  - میزان حافظه خالی
  - سطح انرژی
  - فاصله تا سر خوشه: فاصله گره تا سر خوشه که بر اساس round-trip time محاسبه می‌شود.
  - تعداد سنسورهای یکسان: در صورت تعدد سنسورهای یکسان، معمولا به دلیل افزونگی، این تعداد به عنوان یک شاخص در نظر گرفته می‌شود.
- معیارهای انتخاب محتوای کاندید برای کش شدن
  - تازگی
  - محبوبیت
  - سایز محتوا

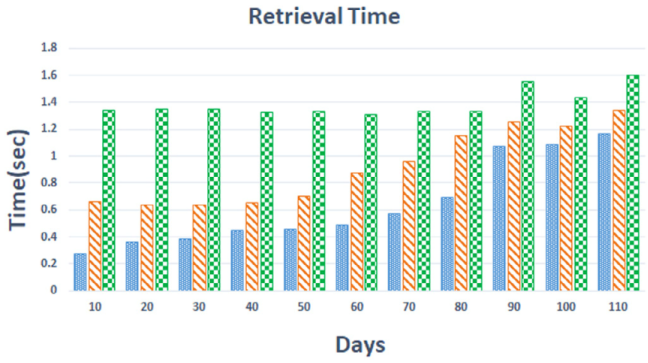
ارزیابی راه‌کار پیشنهادی

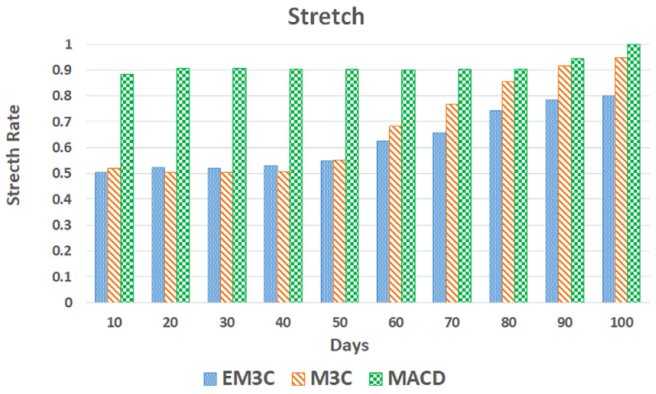
- شبیه‌سازی این مقاله در Omnet++ انجام شده است. جهت مقایسه سه روش:
  - M3C
  - MACD
    - EM3C (روش پیشنهادی مقاله)
- این شبیه‌سازی با حضور 100 گره از انواع مختلف و سه نوع حافظه 17، 22 و 27 مگابایتی انجام شد است.
- نتایج مقایسه نشان از 35 درصد بهبود نرخ ضربه کش و 60 درصد کاهش زمان دریافت محتوا، در مقابل دیگر روش‌ها دارد.

ارزیابی راه‌کار پیشنهادی

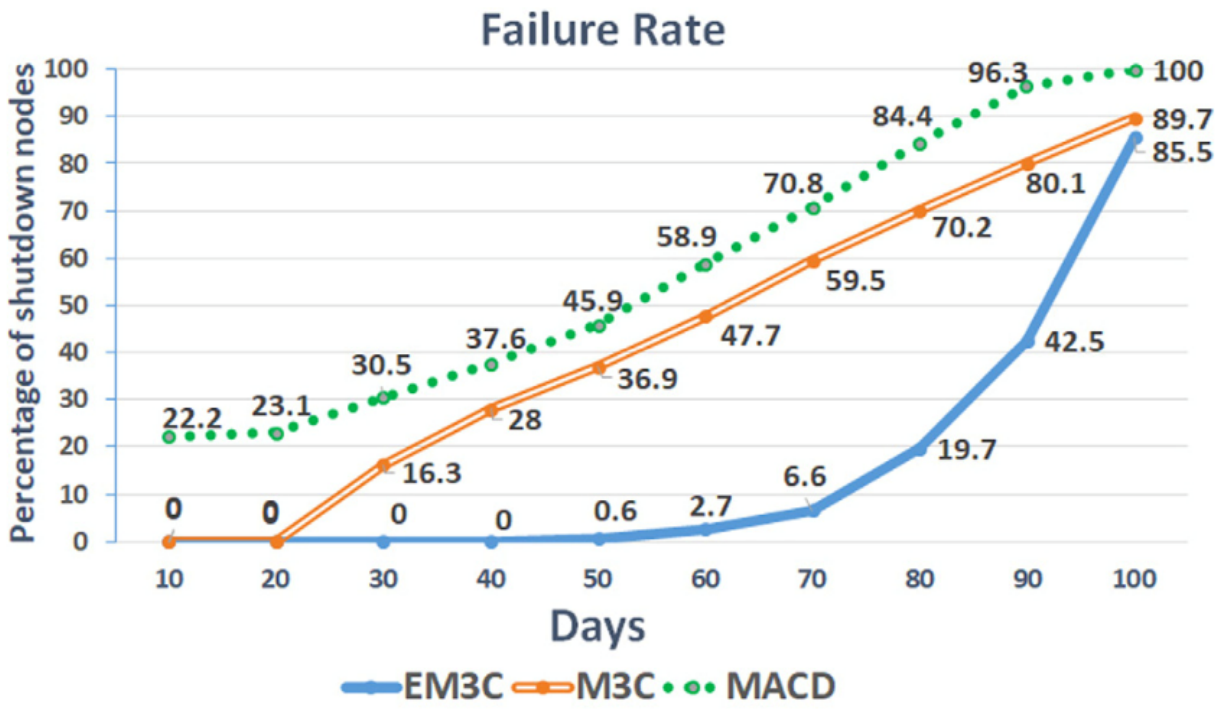




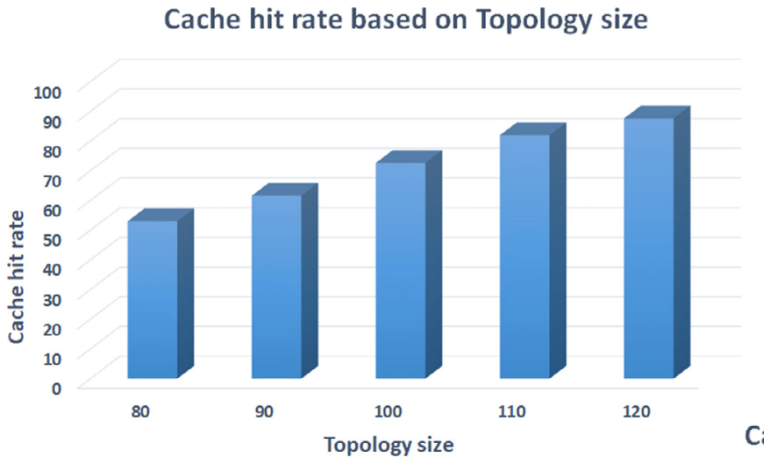




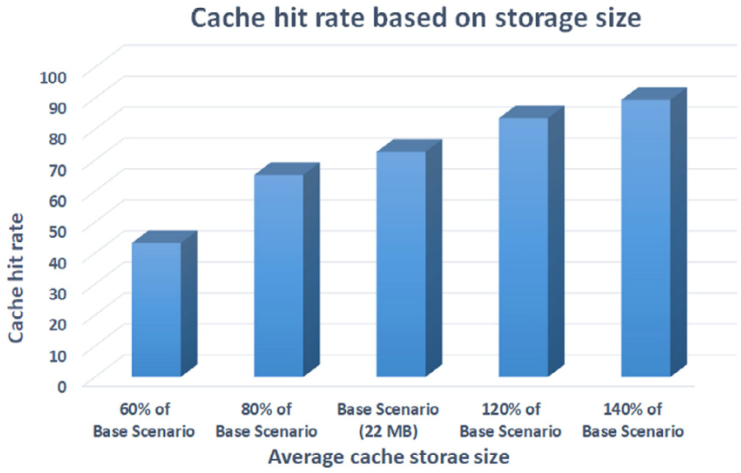
ارزیابی راه‌کار پیشنهادی



ارزیابی راه‌کار پیشنهادی



- تاثیر میزان حافظه و سایز توپولوژی بر نرخ ضربه کش



مرجع

- Khodaparas, Sahand, Abderrahim Benslimane, and Saleh Yousefi, "A software-defined caching scheme for the Internet of Things", Computer Communications, 2020

با تشکر از توجه شما