عنوان ارائه:

آینده بهداشت و درمان: انتقال داده‌های درمانی از طریق بستر ارتباطی مبتنی بر 5G

The Road to the future of Healthcare: Transmitting Interoperable Healthcare Data Through a 5G based Communication Platform

توسط: علیرضا صادقی نسب

استاد: دکتر حسین غفاریان

تاریخ ارائه: ۱۴۰۰/۲/۸

مقدمه

- اطلاعات مقاله
  - عنوان:

The Road, to and the future of Healthcare : Transmitting Interoperable Healthcare Data Through a 5G based Communication Platform

  - سال چاپ: 2018
  - تعداد ارجاع: 7
  - کنفرانس:

European, Mediterranean, and Middle Eastern Conference on Information Systems

  - ناشر: *Springer*

مقدمه

- اطلاعات نویسندگان

Argyro Mavrogiorgou

PostDoc Researcher, University of Piraeus
Verified email at unipi.gr
Data Analytics Data Mining IoT Cyber-Physical Systems

Citations	199	199
h-index	9	9
i10-index	8	8

Athanasios Kiourtis

University of Piraeus Research Center
Verified email at unipi.gr
Data Analytics Data Mining Data Interoperability Internet of Things Semantics

Citations	186	186
h-index	9	9
i10-index	7	7

Marios Touloupou

University of Nicosia
ยืนยันอีเมลแล้วที่ unic.ac.cy
Blockchain Distributed Ledger Technol… Consensus Algorithms 5G Networks NFV

การอ้างอิง	119	119
ดัชนี h	7	7
ดัชนี i10	5	5

Evgenia Kapassa

University of Nicosia
Verified email at unic.ac.cy
service level agreements smart contracts blockchain 5G networks IoT

Citations	138	137
h-index	8	8
i10-index	6	6

مقدمه

- اطلاعات نویسندگان (ادامه)

Dimosthenis Kyriazis

University of Piraeus
Verified email at unipi.gr
Distributed Computing Data Management & Analyt… IoT

Citations	2250	1296
h-index	22	18
i10-index	55	37

Marinos Themistocleous

Professor, University of Nicosia and University of Piraeus
Verified email at unic.ac.cy
Blockchain Cloud Computing ebusiness Information Systems ehealth

Citations	5689	1783
h-index	36	20
i10-index	76	44

فهرست مطالب

- مقدمه
- معرفی روش

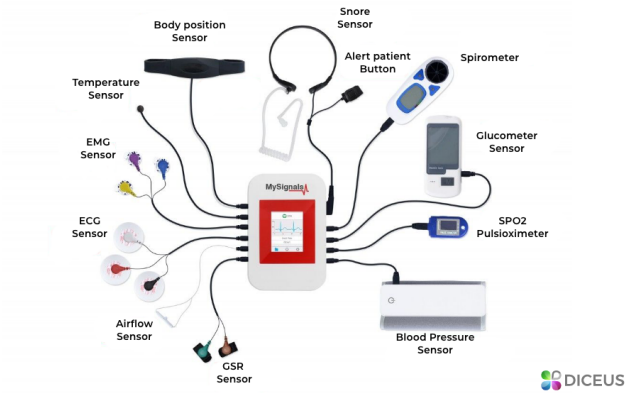
مقدمه

- نقش و اهمیت اینترنت اشیاء در بهداشت و درمان

☆ اطلاعات حیاتی از طریق حسگرها به پزشک‌ها منتقل می‌شود. پزشک‌ها از راه دور با یکدیگر در تماس هستند و براساس رصد مشخصات بیمار، تصمیمات خود را از راه دور اتخاذ می‌کنند

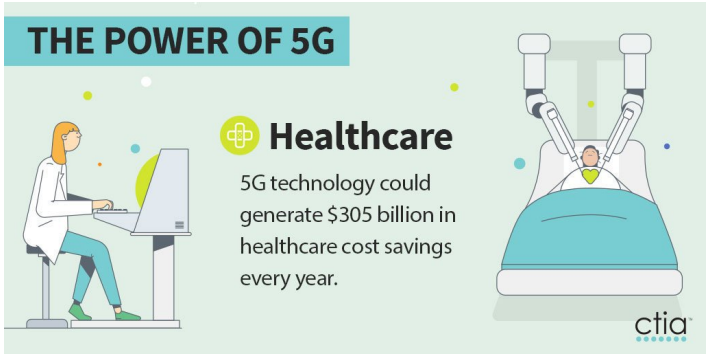
☆ وفق‌پذیری بهداشت و درمان با دستگاه‌های اینترنت اشیاء بسیار سریعتر از صنعت‌های دیگر بوده است زیرا نیاز به افزایش کیفیت زندگی همواره حس شده است

☆ نقش بستر و سرعت انتقال اطلاعات غیرقابل انکار است زیرا بر روی نتیجه و کارکرد درمان، تجربه پزشک و بیمار و غیره اثرگذار است



مقدمه

- نقش و اهمیت بستر $5G$ در بهداشت و درمان
  - با ظهور $5G$، صنعت بهداشت و درمان وارد مرحله دیگری شده است و شارژ اقتصادی قابل توجهی را برای جامعه پزشکی فراهم کرده است
  - براساس اطلاعات بازار IHS، این بستر، بیش از ۱ تریلیون دلار محصولات و خدمات برای بخش بهداشت جهانی، فراهم می‌کند
  - در سال ۲۰۲۰، حدود ۵۰ میلیارد دستگاه متصل و ۲۱۲ میلیارد حسگر متصل توسط شبکه $5G$ پشتیبانی شوند



مقدمه

- چالش‌های وفق‌پذیری بستر $5G$

☆ شبکه‌های $5G$ راه‌حل‌هایی برای "چگونگی" ارسال داده مطرح می‌کنند اما در مورد "چه چیزی" بودن داده‌ها صحبت نمی‌کنند

☆ بنابراین مسئله فقط رد و بدل داده بین سیستم‌ها نیست بلکه ناسازگاری دستگاه‌هاست

☆ دستگاه‌های درمانی اینترنت اشیاء درجه تنوع بسیار بالایی دارند. هر کدام مشخصات، کارکرد و توانایی‌های خاص خود را دارند

☆ بنابراین لازم است که ویژگی‌های دستگاه‌های ناهمگون به صورت انتزاعی جمع‌آوری شوند تا بتوان از آن‌ها داده‌های درمانی مورد نیاز را استخراج و دریافت کرد

☆ تکنولوژی‌های فعلی از انعطاف لازم در این حوزه برخوردار نیستند؛ هم ایستا هستند و هم در برابر دستگاه‌های جدید یا تغییریافته، بسیار حساس هستند

مقدمه

- چالش‌های وفق‌پذیری بستر $5G$ (ادامه)

  - یکی دیگر از مشکلاتی بعد از دریافت و جمع‌آوری داده پدیدار می‌شود، گمنام‌سازی داده است زیرا به دلیل ماهیت ناهمگونی داده‌ها، انجام این عملیات دشوار خواهد بود. در نتیجه، اشتراک این داده‌ها در راستای اهداف ثانویه، اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. همچنین پیاده‌سازی الگوریتم گمنام‌سازی نیز چالش‌برانگیز خواهد بود زیرا می‌بایست هم حریم خصوصی کاربران (بیماران) را حفظ کند و هم کیفیت داده را تضمین کند

  - چالش دیگر، کیفیت دستگاه‌هایی است که داده‌ها را ارسال می‌کنند. متاسفانه، ارزیابی دستگاه‌ها به همراه داده‌هایی که ارسال می‌کنند در حوزه اینترنت اشیاء، هنوز به مانند یک جعبه سیاه رفتار می‌شود. این مهم در دامنه بهداشت و درمان اهمیت بیشتری پیدا می‌کند زیرا اطلاعات بیماران در صورت مخدوشی یا ناقص بودن، ممکن است صدمات زیادی بزند

مقدمه

- مشکلات داده‌های بهداشت و درمان

* ناهمگونی داده‌ها، بزرگترین و اساسی‌ترین مشکل حوزه بهداشت و درمان است. هر میزان که تعداد و تنوع دستگاه‌های پزشکی افزایش می‌یابند، این مشکل دشوارتر می‌گردد

* تحقیقات نشان می‌دهد در صورتی که استانداردهای تبادل داده در بخش بهداشت و درمان به کار گرفته شوند، می‌توانند سالانه بالغ بر ۷۸ میلیارد دلار صرفه‌جویی در این حوزه شود

* تحقیقات پزشکی نیاز دارند که داده‌های سوابق الکترونیکی سلامت (*EHR*)، به یک قالب مشترک و اصطلاحات استاندارد بازطراحی شوند و به منابعی متصل شوند که داده‌های آن‌ها از طریق استاندارد *HL7 FHIR* ارائه می‌شوند

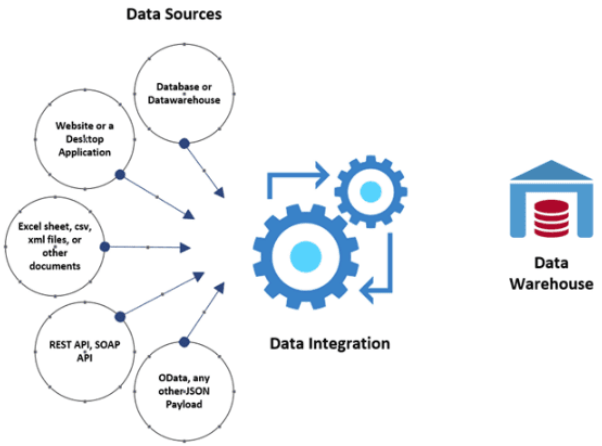
مقدمه

- ظهور $5G$ و پیشبرد بهداشت و درمان جدید
  - تکنولوژی $5G$ موجب ظرفیت داده‌ای بسیار زیاد و زمان پاسخ‌های بسیار سریع می‌گردد. این مشخصات در حوزه بهداشت و درمان بسیار سودمند است
  - یکی از طرح‌های بهداشتی جدید، *Healthcare* 4.0 است. این طرح به صورت توزیع شده و متمرکز بر بیمار است. یکی از مشخصات مهم این طرح، درمان به صورت مجازی است. از آنجایی که این کار مستلزم اجرای بلادرنگ و جمع‌آوری داده به صورت در لحظه می‌باشد، بنابراین، $5G$ می‌تواند به مانند یک کاتالیزور در این فرآیند باشد. این کار با به هم پیوستن شبکه، محاسبات و منابع ذخیره‌سازی در یک زیربنای واحد امکان‌پذیر می‌شود

مقدمه

یکپارچگی داده‌ها

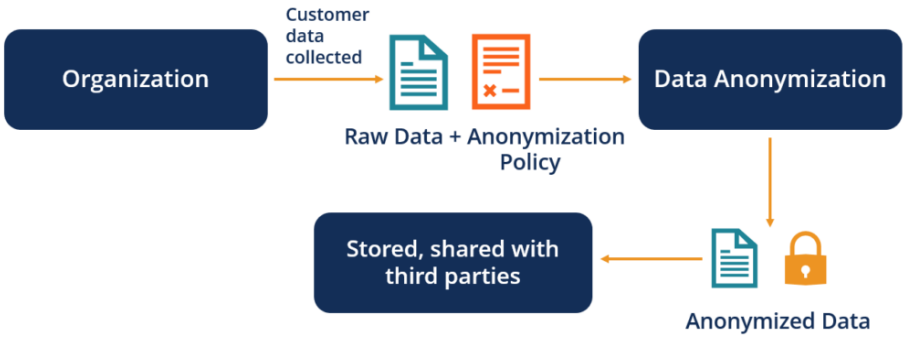
- ادغام و یکپارچگی داده‌ها یک مولفه اصلی در نظر گرفته می‌شود. خصوصاً در حوزه مراقبت‌های بهداشتی که در بیشتر موارد یک پیشنیاز برای دستیابی به سیستم‌های مراقبتی یکپارچه در نظر گرفته می‌شود
- یکپارچگی داده‌ها یک فرآیند پیچیده ترکیب انواع مختلف داده از منابع ناهمگون متفاوت و انتقال آن‌ها به یک سیستم یا بستر واحد می‌باشد



مقدمه

- گمنام‌سازی داده‌ها

* ناشناس‌سازی داده‌ها امروزه به یک قانون در زندگی انسان بدل شده است. این مهم در سامانه‌های بهداشت و درمان اهمیت بسزایی پیدا می‌کند زیرا این سیستم‌ها به صورت مستمر در حال انتقال داده‌های بیماران و نظرات پزشکان هستند
* به صورت خاص، گمنام‌سازی داده‌ها فرآیند انجام تغییراتی در داده است که طی آن، داده مذکور قابل شناسایی نباشد و یا نتوان از آن، اطلاعات حساسی را به دست آورد



مقدمه

- تمیزسازی داده‌ها

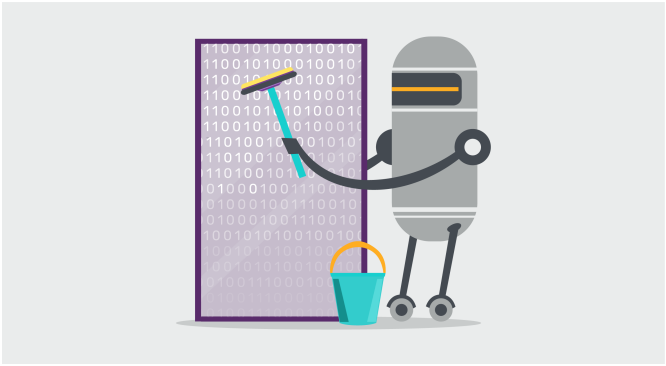
* تمیز کردن داده‌ها در طیف گسترده‌ای از حوزه‌های علمی، نقش ایفا می‌کند
* روال‌های معمول پاکسازی داده‌ها شامل موارد زیر است:

☑ شناسایی و حذف خطاها و ناسازگاری‌ها در داده‌ها

☑ پر کردن مقادیر و مشخصات گم شده با داده‌های معنی‌دار

☑ هموارسازی و هم‌سطح‌سازی داده‌های نویز

☑ شناسایی و حذف داده‌های پرت



مقدمه

- قابل اطمینان‌بودن منابع

* امروزه توجه زیادی به چالش‌های اطمینان‌پذیری سیستم‌ها انجام شده است و به عنوان یکی از نیازهای اساسی در دستگاه‌های اینترنت اشیاء به شمار می‌آید
* قابلیت اطمینان اندازه‌گیری توانایی است که یک سیستم مطابق انتظار در شرایط از پیش تعیین شده برای مدت زمان از پیش تعریف شده، عمل کند
* قابلیت اطمینان یک تلاش فنی است برای اینکه مطمئن باشیم سیستم توسعه‌یافته از هر نقصی که منجر به خرابی در حین کار شود، عاری است

مقدمه

همکاری داده‌ها

- قابلیت همکاری در سیستم‌های مراقبت بهداشتی یک ضرورت تلقی می‌شود. در زمان حال، توسعه استانداردهای پزشکی به طور قابل توجهی تکامل یافته است اما هنوز داده‌هایی که در منابع توزیع شده ناهمگون هستند، مشکلات و چالش‌های حل نشده‌ای را به وجود آورده‌اند
- سازمان بهداشت سطح هفت بین‌المللی (*HL7*) چارچوب‌های استانداردی را در این حوزه ارائه کرده است. پرکاربردترین آن‌ها *HL7 v2.x* است اما آخرین استاندارد منتشر شده این سازمان، *HL7 FHIR* می‌باشد. این استانداردها در جهت ساده‌سازی و کاهش پیچیدگی انتقال و تبادل اطلاعات بالینی توسعه داده می‌شوند

معرفی روش

- ویژگی‌های چارچوب معرفی شده

- ☑ دسترسی ساده و قدرتمند به دستگاه‌های پزشکی
- ☑ ظرفیت سیستمی و سرعت بالا و قابلیت اطمینان بسیار زیاد
- ☑ قابلیت یکپارچه‌سازی، گمنام‌سازی و پاکسازی داده‌ها
- ☑ قابلیت بررسی میزان اطمینان دستگاه و میزان کیفیت داده‌های آن‌ها
- ☑ پیاده‌سازی استاندارد *HL7 FHIR* جهت تبادل اطلاعات

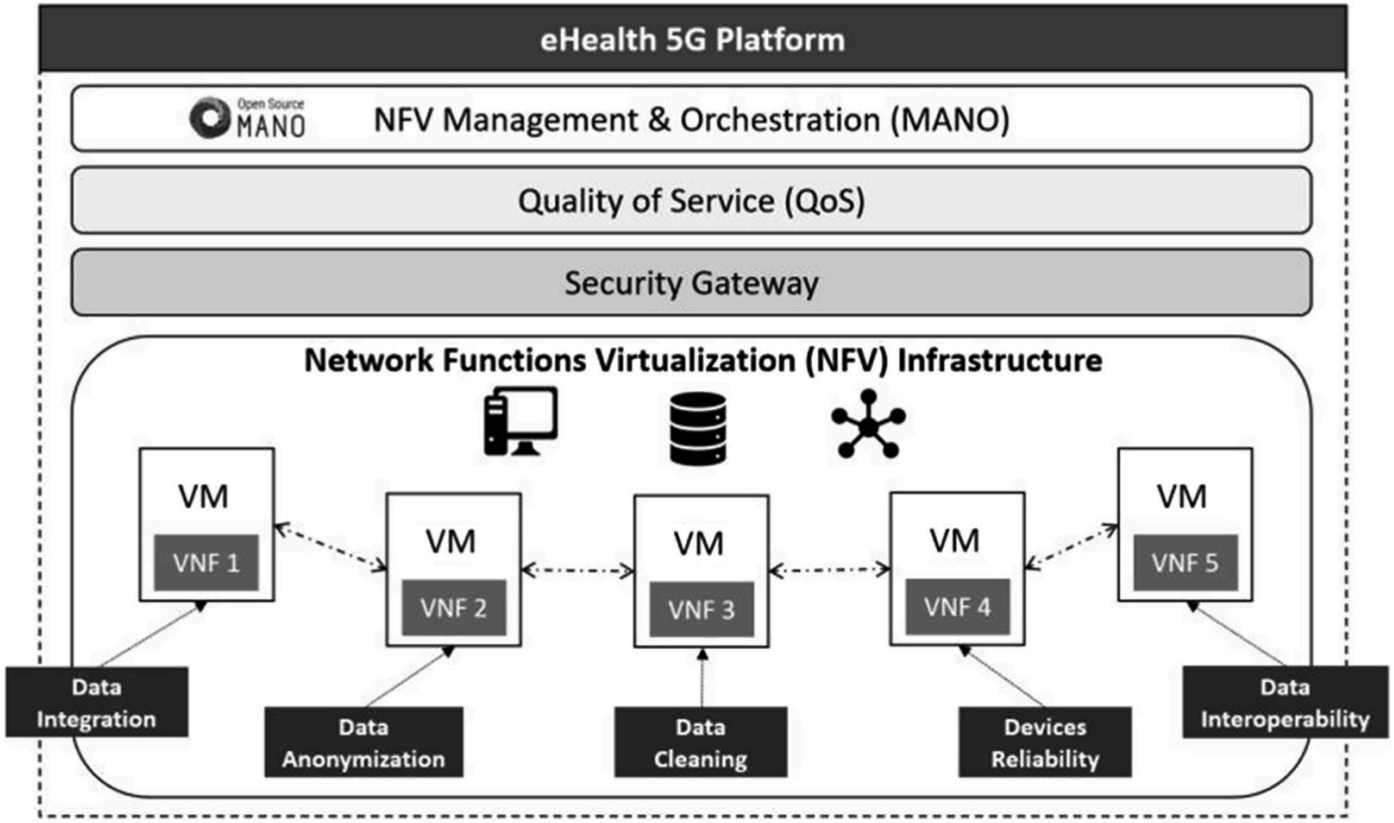
معرفی روش

- معماری چارچوب معرفی شده

  - شبکه $5G$:

    - جمع‌آوری داده‌ها در گره‌های لبه با اطمینان بالا انجام می‌شود
    - استقرار هر گره لبه در هر دستگاه پزشکی از طریق یک $5G\ RAN$ متصل شده است
    - آنالیز اطلاعات دستگاه‌ها از طریق تجمع چندین VNF مختلف انجام می‌شود
    - شناسایی و دریافت داده‌های عظیم و گوناگون پزشکی، توسط $5G\ RAN$ ها انجام می‌شود. با توجه به اینکه تخصیص پویا سرویس‌ها به منابع باند و رادیویی، یک چالش محسوب می‌شود، این کار توسط $RANaaS$ انجام شده است

معرفی روش


eHealth 5G Platform
Open Source MANO
NFV Management & Orchestration (MANO)
Quality of Service (QoS)
Security Gateway
Network Functions Virtualization (NFV) Infrastructure
VM
VNF 1
VM
VNF 2
VM
VNF 3
VM
VNF 4
VM
VNF 5
Data Integration
Data Anonymization
Data Cleaning
Devices Reliability
Data Interoperability

معرفی روش

- معماری چارچوب معرفی شده (ادامه)

☆ یکپارچگی داده‌ها شامل ۴ زیرمرحله می‌باشد:

✱ در مرحله اول، دستگاه‌ها به ۲ دسته شناخته شده و ناشناس تقسیم می‌شوند. دستگاه‌های شناخته شده، آن‌هایی هستند که API از پیش تعریف شده‌ای را شامل می‌شوند. در نهایت اطلاعات آن‌ها شامل مشخصات دستگاه و نوع متدهای API ها جمع‌آوری می‌شود

✱ مشخصات دستگاه‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. طبقه‌بندی هم برای دستگاه‌هاش شناخته شده و هم ناشناس انجام می‌شود. وقتی طبقه‌بندی به پایان رسید، کار شناسایی نوع دستگاه‌های ناشناس انجام می‌شود. البته فرض شده است که دستگاه‌هایی که مشخصات یکسانی دارند، نوع یکسانی هم خواهند داشت

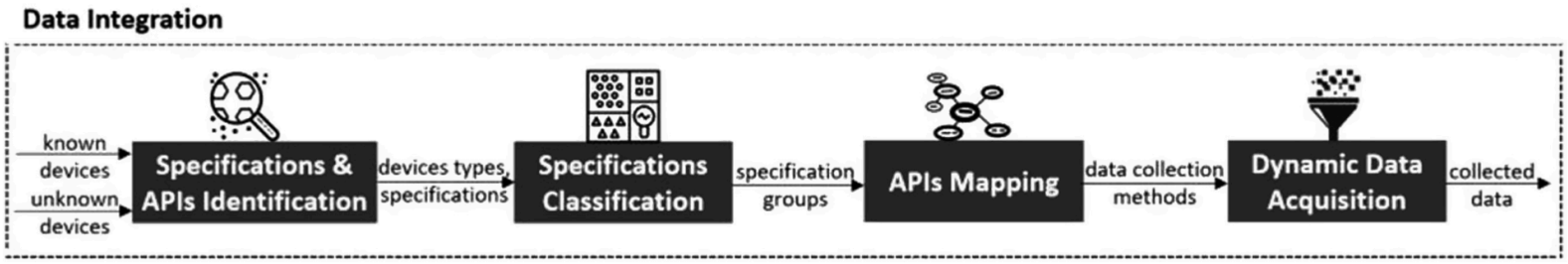
معرفی روش

- معماری چارچوب معرفی شده (ادامه)

☆ یکپارچگی داده‌ها شامل ۴ زیرمرحله می‌باشد (ادامه):

✱ در مرحله سوم، نگاشت متدهای API دستگاه‌ها انجام می‌شود. این کار برای تشخیص متدهای دستگاه‌های ناشناخته است زیرا در عمل جمع‌آوری، فقط امضای متدها جمع‌آوری شده بود و نوع کارکرد آن‌ها معلوم نبود

✱ در مرحله چهارم (آخر)، دریافت پویای داده انجام می‌شود. این کار به وسیله یک متد API واحد صورت می‌پذیرد. تمامی داده‌ها با یک فرمت مشخص جمع‌آوری می‌شوند



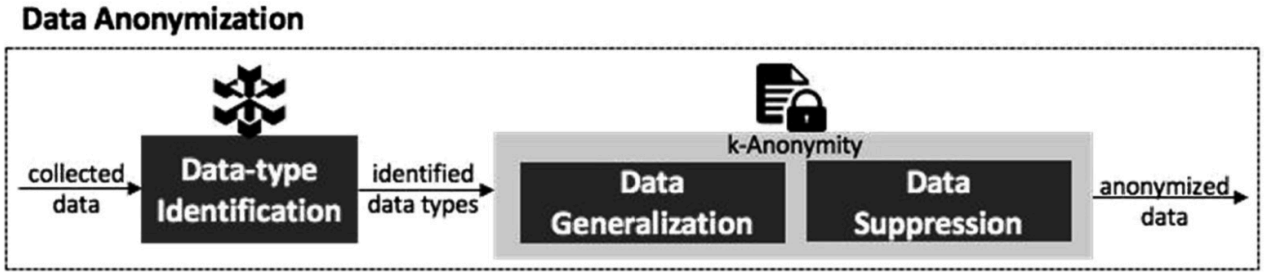
معرفی روش

- معماری چارچوب معرفی شده (ادامه)

☆ گمنام‌سازی داده‌ها شامل ۲ زیرمرحله می‌باشد:

✱ در مرحله اول، نوع داده شناسایی می‌شود. این شناسایی برای این است که مشخص شود مقدار ویژگی باید از طریق سرکوب‌سازی گمنام شود یا از طریق عمومیت‌بخشی. در این مرحله فقط داده‌های حساس فیلتر و پردازش می‌شوند

✱ در مرحله دوم، الگوریتم پیاده شده $K-Anonymity$ به کار گرفته می‌شود تا با توجه به خروجی مرحله اول، داده‌های دسته‌بندی شده را گمنام کند



معرفی روش

- معماری چارچوب معرفی شده (ادامه)

☆ پاک‌سازی داده‌ها شامل ۴ زیرمرحله می‌باشد:

✱ در مرحله اول، صحت داده‌ها بررسی می‌شود. برای مثال، نوع داده ساختار (عدد صحیح، رشته و غیره)، بازه‌های هر ویژگی و غیره بررسی می‌شوند

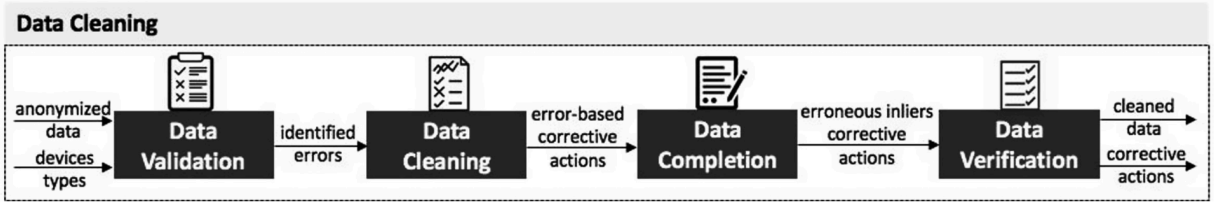
✱ در مرحله دوم، پاکسازی داده با توجه به قوانین بررسی شده مرحله قبل بر روی داده‌ها صورت می‌گیرد

✱ در مرحله سوم، عمل به تمامیت رساندن داده انجام می‌شود. این کار به وسیله پر کردن ویژگی‌های اجباری خالی از داده، انجام می‌شود

✱ در مرحله چهارم (آخر)، عمل تایید و تصدیق داده‌ها انجام می‌شود. هدف از این کار، اطمینان از دقت و سازگاری تمام داده‌های خروجی از مراحل قبل است

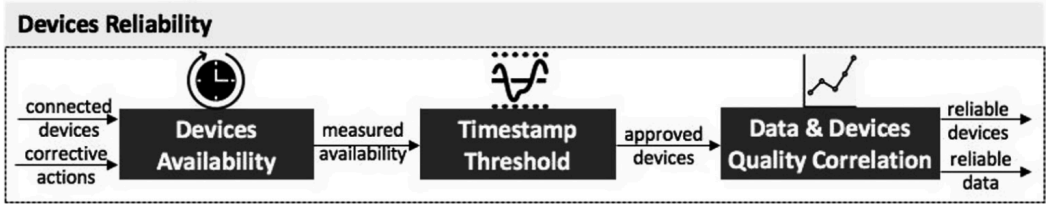
معرفی روش

- معماری چارچوب معرفی شده (ادامه)



- قابلیت اطمینان بودن دستگاه‌ها به این صورت می‌باشد:

* هدف این است که فقط داده‌های مطمئنی که از دستگاه‌های مطمئن جمع‌آوری می‌شوند، نگه داشته شوند. بدین منظور، متریک دسترس‌پذیری دستگاه‌های متصل شده جمع‌آوری شده است. این کار به وسیله اندازه‌گیری تعداد دفعات اتصال دستگاه و ارسال داده به سیستم انجام می‌شود



معرفی روش

- معماری چارچوب معرفی شده (ادامه)

☆ همکاری داده‌ها شامل ۴ زیرمرحله می‌باشد:

✱ در مرحله اول، ارتباط‌ها، کلاس‌ها و نمونه‌های متفاوت شناسایی شده و دسته‌بندی می‌شوند. هدف از این دسته‌بندی، ساده‌سازی تغییرات مراحل بعدی است

✱ در مرحله دوم، روابط، کلاس‌ها و نمونه‌های شناسایی شده در یک ذخیره‌ساز داده مبتنی بر رابطه قرار داده می‌شوند. این کار برای آسانی کوئری‌هایی است که بر روی داده‌ها زده می‌شود. همچنین، در این مرحله، روابط گم شده و یا نادرست شناسایی می‌شوند (احتمالا)

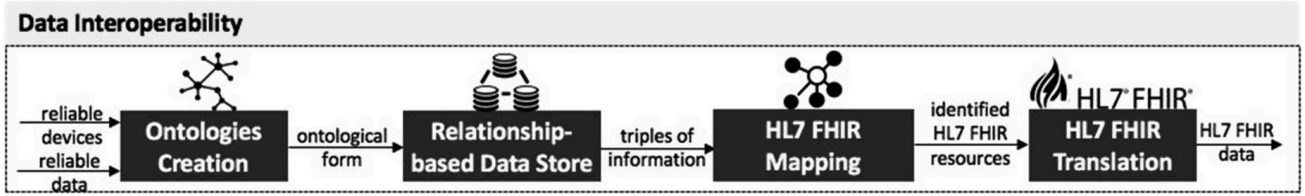
✱ در مرحله سوم، مکانیزمی فراهم می‌شود تا معنای هر کلاس ذخیره شده در مرحله قبل، تفسیر و تفهیم شود. سپس بر روی تمامی منابع *HL7 FHIR* پیمایش شده و تلاش می‌شود تا بین کلاس‌ها و منابع استاندارد مذکور، یک نگاشت برقرار شود

معرفی روش

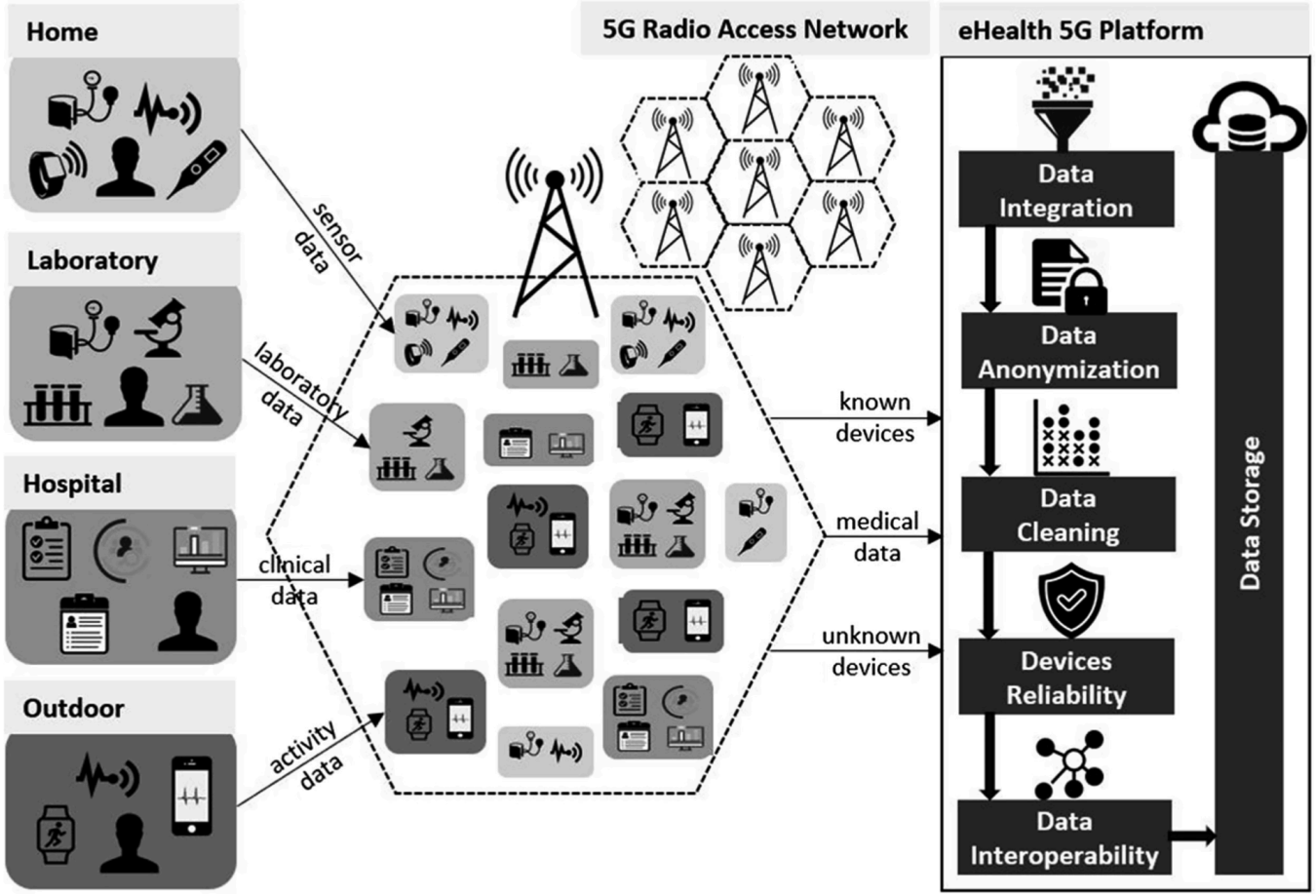
- معماری چارچوب معرفی شده (ادامه)

☆ همکاری داده‌ها شامل ۴ زیرمرحله می‌باشد (ادامه):

✱ در مرحله چهارم (آخر)، تمامی کلاس‌ها به شکل منابع *HL7 FHIR* درمی‌آیند و به فرمت جدید، ترجمه می‌شوند. تمامی داده‌ها به یک فرمت واحد تغییر می‌کنند و در یک پایگاه‌داده ذخیره می‌شوند



معرفی روش


Home
Laboratory
Hospital
Outdoor
sensor data
laboratory data
clinical data
activity data
5G Radio Access Network
known devices
medical data
unknown devices
eHealth 5G Platform
Data Integration
Data Anonymization
Data Cleaning
Devices Reliability
Data Interoperability
Data Storage

با تشکر از توجه شما