INSO
17521-4
1st.Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۷۵۲۱-۴
چاپ اول
۱۳۹۳

فناوری اطلاعات- شبکه‌های حس‌گر: معماری مرجعِ شبکهِ حس‌گر (SNRA) قسمت ۴: مدل‌های هستار

Information technology — Sensor networks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA) — Part 4: Entity models

ICS: 35.110

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فناوری اطلاعات- شبکه های حس‌گر: معماری مرجع شبکه حس‌گر (SNRA) - قسمت ۴: مدل‌های هستار»

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
ابراهیمی آتانی، رضا (دکتری مهندسی برق، الکترونیک)	دانشکده فنی دانشگاه گیلان
دبیر :	
فرمان آرا، شایسته (کارشناس مهندسی کامپیوتر، نرم افزار)	سازمان ملی استاندارد ایران
اعضاء : (اسامی‌به ترتیب حروف الفبا)	
بابایی، سارا کارشناس مهندسی کامپیوتر، نرم افزار)	کانون زبان ایران
پاکدامن، مریم (کارشناس مهندسی کامپیوتر، نرم افزار)	اداره کل استاندارد استان گیلان
جعفری، بیتا (کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، شبکه های کامپیوتری)	آموزش و پرورش استان گیلان
حسنی کرباسی، امیر (کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، شبکه های کامپیوتری)	کارشناس
سولاری اصفهانی، ندا (کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، شبکه های کامپیوتری)	دانشگاه پیام نور استان تهران
طهوری، سامان (کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، شبکه های کامپیوتری)	کارشناس
عزیزی، زهرا (کارشناس فناوری اطلاعات)	کارشناس
فرمان آرا، نفیسه (کارشناس مهندسی برق، الکترونیک)	کارشناس

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران	ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد	د
پیش‌گفتار	ه
مقدمه	و
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۱
۴ کوته‌نوشت‌ها	۱
۵ مرور کلی	۲
۶ هستارهای فیزیکی	۶
۷ هستارهای کارکردی	۱۴
کتابنامه	۳۵

پیش گفتار

استاندارد «فناوری اطلاعات- شبکه های حس‌گر: معماری مرجع شبکه حس‌گر (SNRA) - قسمت ۴: مدل‌های هستار» که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد تهیه و تدوین شده است و در سیصد و سی و سومین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد رایانه و فرآوری داده مورخ۹۳/۰۱/۳۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی‌و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO/IEC 29182-4 : 2013, Information technology — Sensor networks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA) —Entity models.

مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای ملی ایران به شماره۱۷۵۲۱است. گستره وسیعی از کاربردها[۱]، برای شبکه‌های حس‌گر، پیشنهاد شده‌اند. اما، به‌طور تجربی، شبکه‌های حس‌گر، برای شمار نسبیِ کمی از کاربردها ساخته و استقرار[۲] یافته‌اند. این امر، تا حدی ناشی از کمبود مورد کسب و کار،[۳] به جهت کاربردهای مشخص، و تا حدی ناشی از چالش‌های فنی به دلیل پیچیدگی‌های معقول و متناسب باساخت یک شبکهِ حس‌گرِ با اهمیت[۴] ، می‌باشد . دلیل اصلی این کندی، نیاز به تخصص‌های چندین رشته‌ای برای طراحی یک شبکه حس‌گر، شامل حس‌گرها، ارتباطات و شبکه‌بندی، پردازش نشانک[۵] (سیگنال)، الکترونیک، رایانش و امنیت رایانه‌ای[۶] است. درحال حاضر، فرآیند طراحی، تا اندازه‌ای پیچیده است که، برای طراحی یک شبکه حس‌گر، موارد بسیار کمی از شبکه طراحی شدهِ دیگر، قابل به‌کارگیری است و اینگونه می‌نمایاند که در هر زمانی، برای طراحی و استقرار یک شبکه حس‌گر می‌باید از ابتدا شروع کرد. درعین حال، با بررسی دقیق‌تر، مشترکات بسیاری، در شبکه‌های حس‌گری که کاربردهای گوناگونی را محقق می‌سازند، وجود دارد. این مشترکات شامل شباهت‌هایی در انتخاب معماری شبکه و بستک‌های[۷] کارکردی/هستاری[۸] می‌شود که در معماری استفاده می‌شود.

مجموعه استاندارد بین المللی ISO/IEC 29182[۹] توسط کمیته مشترک فنی **JTC1** ISO/IEC، *فناوری اطلاعات*، آماده شده‌است.

JTC1 ISO/IEC، کمیته مشترک فنیِ سازمان بین المللی استاندارد سازی (ISO) [۱۰] و کمیسیون الکتروتکنیک بین المللی (IEC) [۱۱]است.

هدف از مجموعه استاندارد بین المللی 29182 :

- فراهم ساختنِ راهنما برای تسهیل طراحی و توسعه شبکه‌های حس‌گر،
- بهبود هم‌کنش‌پذیریِ[۱۲] شبکه‌های حس‌گر ، و
- ایجاد قابلیت اتصال و اجرا[۱۳] برای شبکه‌های حس‌گر، به طوری که افزودن[۱۴]/برداشتن[۱۵] گره‌های حس‌گر به/ از یک شبکه حس‌گرِ موجود، بسیار آسان می‌شود.

---

1 -Applications.
2 -Deploy.
3 -Business.
4 -None-trival.
5 -Signal.
6 -Cyber security.
7 -Block.
8 -Entity.

۹ -این استاندارد ملی بر اساس منبع بین المللیِ ISO/IEC 29182 :2013 -4 نگارش شده است.

10 - International Organization for Standardization
11 - International Electrotechnical Commission.
12 - Interoperabiity.
13 -Plug and play.
14 -Add.
15 -Remove.

مجموعه استاندارد بین المللی 29182، برای طراحان شبکه حس‌گر، توسعه‌دهندگان نرم افزار و فراهم‌سازندگان خدمت[1]، به جهت برآورده‌کردن الزامات مصرف‌کننده، از جمله هرنوع الزامات هم‌کنش‌پذیریِ کاربردی، می‌تواند استفاده شود.

مجموعه استاندارد بین المللی ISO/IEC 29182 متشکل از قسمت‌های زیر با عنوان کلی «فناوری اطلاعات – شبکه‌های حس‌گر: معماری مرجع شبکه حس‌گر (SNRA)[2]» :

- قسمت ۱: مرور کلی و الزامات[3]
- قسمت ۲: واژگان و اصطلاحات[4]
- قسمت ۳: دیدگاه‌های معماری مرجع[5]
- قسمت ۴: مدل های هستار[6]
- قسمت ۵: تعاریف واسط[7]
- قسمت ۷: راهنماهای هم‌کنش‌پذیری[8]

قسمت زیر درحال آماده سازی است:

- قسمت ۶: کاربردها[9]

توضیح مختصری از این قسمت‌ها به شرح زیر است:

قسمت ۱ مروری کلی و الزامات معماری مرجع شبکه حس‌گر را فراهم می‌سازد.

قسمت ۲ تعاریفی برای اصطلاحات و واژگان استفاده شده در معماری مرجع را فراهم می‌سازد.

قسمت ۳ معماری مرجع را از چندین نقطه نظر، از جمله دیدگاه کسب و کار، عملیاتی، سامانه، فنی، کارکردی و منطقی، نمایش می دهد.

قسمت ۴ هستارهای[10] معماری مرجع را در دو طبقه[11] هستارهای فیزیکی و کارکردی رده‌بندی می‌کند و مدل‌هایی برای این هستارها نمایش می‌دهد.

قسمت ۵ اطلاعات تفصیلی در مورد واسط‌های مشترک میان هستارهای گوناگون در معماری مرجع را فراهم می‌سازد.

قسمت ۶ اطلاعات تفصیلی درمورد توسعه نمایه‌های استاندارد شده بین المللی فراهم می‌سازد.

قسمت ۷ اصول طراحی معماری مرجع را ، با در نظر گرفتن الزامات هم‌کنش‌پذیری، فراهم می‌سازد.

---

1 -Service providers.

2 - Information technology — Sensornetworks: Sensor Network ReferenceArchitecture (SNRA)

3 -Part1:General overview and requirements. استاندارد ملی ایران به شماره۱-۱۷۵۲۱سال۱۳۹۳ با منبع بین المللی سال ۲۰۱۳ نگارش شده است.

4 -Part2:Vocabulary and terminology. استاندارد ملی ایران به شماره۲-۱۷۵۲۱ سال۱۳۹۳ با منبع بین المللی سال ۲۰۱۳ نگارش شده است.

5 -Part3: Reference Architecture views.

6 -Part4:Entity models.

7 -Part5:Interface definitions. استاندارد ملی ایران به شماره ۵-۱۷۵۲۱سال۱۳۹۳ با منبع بین المللی سال ۲۰۱۳ نگارش شده است.

8 -Part7:Interoperability guidelines.

9 -Part6:Applications.

10 -Entity.

11 -Class.

الزامی برای انطباق[1] در مجموعه استاندارد بین المللی ISO/IEC 29182 وجود ندارد. کاربران[2]، باید تضمین[3] داشته باشند که گره‌های حس‌گر و شبکه حس‌گرِ مرتبط، مطابق با کاربرد[4] یا استقرارِ[5] هستار گرداننده،[6] هستند.

1 -Compliance.
2 -User.
3 -Ensure.
4 -Application.
5 -Deployment.
6 -Governing body.

فناوری اطلاعات- شبکه‌های حس‌گر: معماری مرجع شبکه حس‌گر (SNRA)
قسمت ۴: مدل‌های هستار

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین مدل‌هایی برای هستارهایی است که، کاربردها و خدمات شبکه حس‌گر را در تطابقِ با معماری مرجع شبکه حس‌گر (SNRA)، فراهم می‌سازند[1].

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده‌است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده‌باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده‌است، همواره تاریخ تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

2-1- ISO/IEC 29182-2, Information technology — Sensornetworks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA) —Terms and definitions.[2]

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در ISO/IEC 29182-2 به‌کار می‌رود.

۴ کوته نوشت‌ها[3]

3G	3rd Generation	نسل سوم
4G	4th Generation	نسل چهارم
GNSS	Global Navigation Satellite System	سامانه جهانی هدایت ماهواره
GPS	Global Positioning System	سامانه موقعیت یابی جهانی
ICT	Information and Communication Technology	فناوری اطلاعات و ارتباطات
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	مؤسسه مهندسان برق و الکترونیک
IP	Internet Protocol	پروتکل اینترنت

1 -Enable.

۲ - استاندارد ملی ایران به شماره۲-۱۵۷۲۱سال۱۳۹۳ با منبع بین المللی ISO/IEC 29182-2:2013 نگارش شده است.

3 -Abbreviations.

IT	Information Technology	فناوری اطلاعات
LBS	Location-Based Services	خدمات مکان مبنا
MAC	Medium Access Control	کنترل دسترسی محیط
OSI	Open Systems Interconnection	اتصال متقابل سامانه‌های باز
PHY	Physical	فیزیکی
PII	Personally Identifiable Information	اطلاعات قابل شناسایی شخصی
QoS	Quality of Service	کیفیت خدمت
RF	Radio Frequency	بسامد رادیویی
RFID	Radio Frequency Identification	شناسایی بسامد رادیویی
SCM	Source Configuration Management	مدیریت پیکربندی منبع
SDP	Service Discovery Protocol	پروتکل کشف خدمت
SNRA	Sensor Network Reference Architecture	معماری مرجع شبکه حس‌گر
TEDS	Transducer Electronic Data Sheet	برگه داده الکترونیکی مبدل

۵ مرور کلی

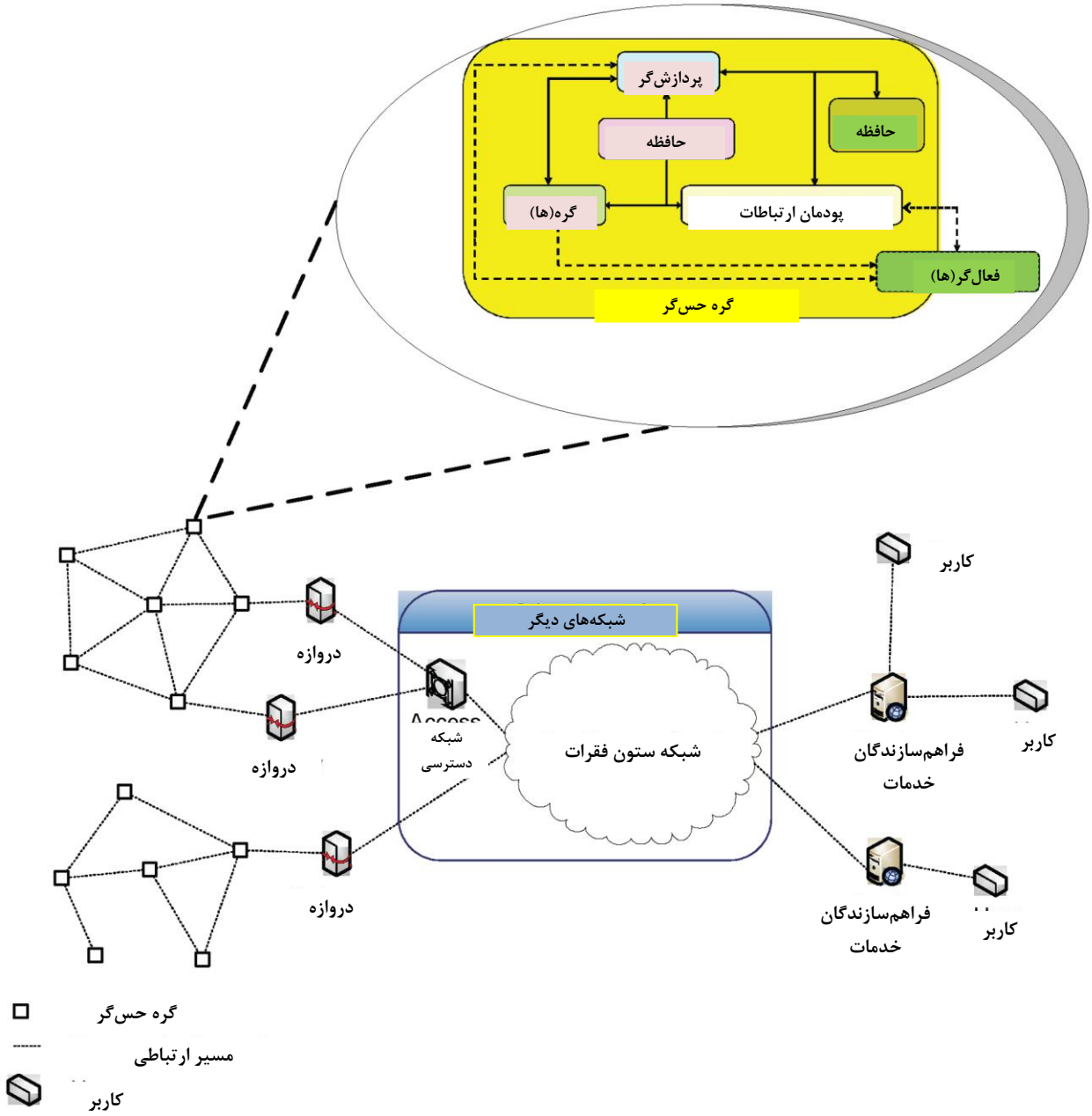
هدف از تدوین این استاندارد فراهم ساختن اطلاعات پایه و مدل‌های سطح بالا[۱]، برای هستارهای گوناگونِ تشکیل دهندهِ یک شبکه حس‌گر است. هستارها می‌توانند به طور کلی در دو طبقه فیزیکی و کارکردی رده بندی شوند. هستارهای فیزیکی، قطعات سخت افزاری و افزاره‌های (حقیقی) مطلق[۲] یا مولفه‌ها هستند که شبکه را شکل می‌دهند، مانند دروازه‌ها و گره‌های حس‌گر. برای مثال، هنگامی که که یک گره حس‌گر یک هستار فیزیکی است، پس هریک از حس‌گرها در آن گره هستند. از سوی دیگر، یک هستار کارکردی، یک وظیفه[۳] مشخص را می‌نمایاند[۴]، که ممکن است برروی یک یا چند نوع هستار فیزیکی اجرا شود. برای مثال، بدست آوردن[۵] داده‌ها و پردازش اطلاعات مشارکتی،[۶] دو هستار کارکردی هستند. درحالی که اولی توسط حس‌گر انجام می‌شود و بعدی «به صورت مشارکتی» توسط گره‌های حس‌گر، فراهم سازندگان خدمت[۷] و کاربران (یا ماشین های آنها به طور دقیق‌تر) انجام می‌شود. مسیریابی[۸] و اصالت سنجی[۹] مثال‌های دیگریی از هستارهای کارکردی هستند. اغلب، هستارهای کارکردی، قطعه کدهایی هستند، که بر روی هستارهای فیزیکی اجرا می‌شوند.

1- High-level
2 -Actual.
3 -Task.
4- Represent.
5 -Acquisition.
6 -Collaborative.
7- Service providers.
8 -Routing.
9- Authentication.

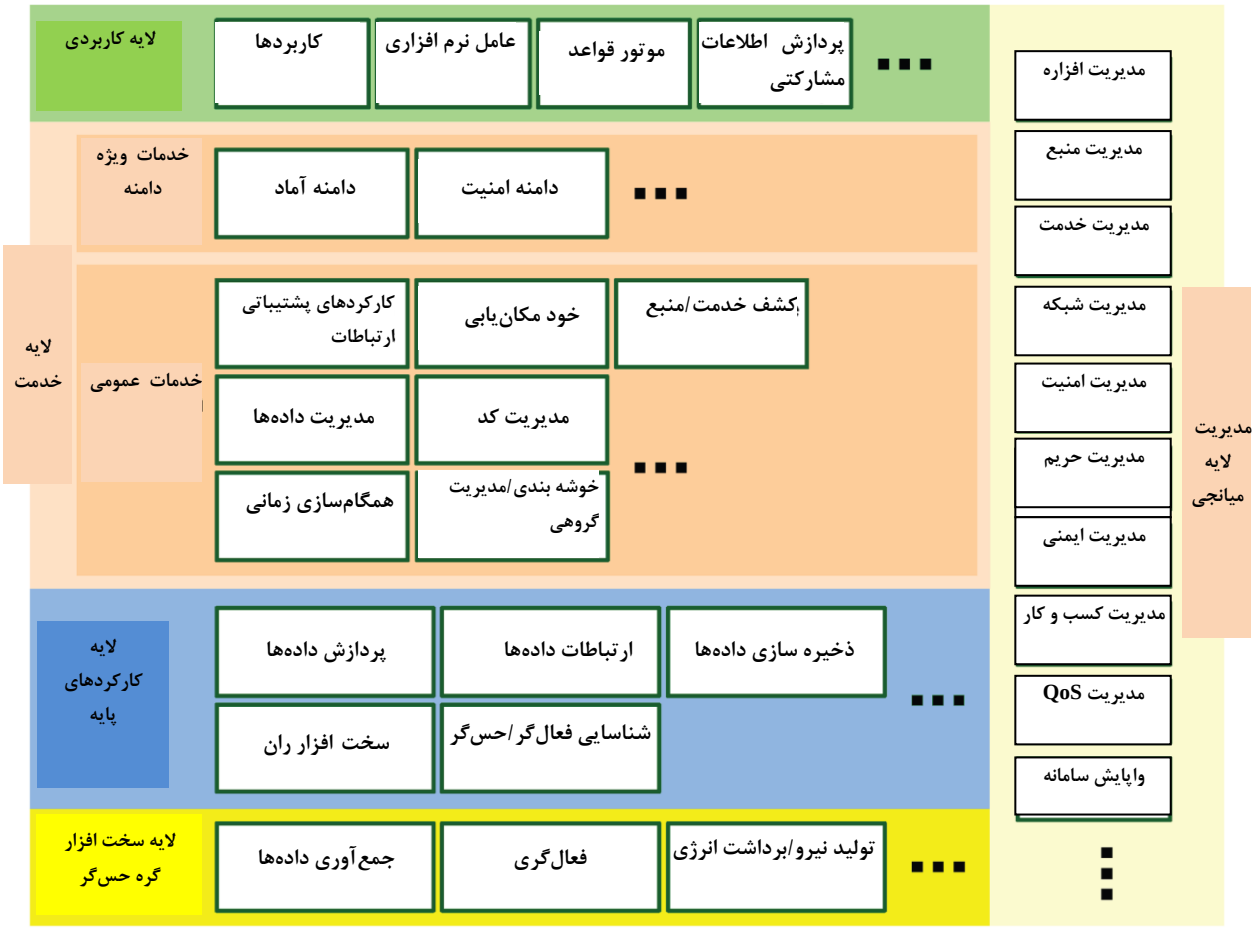
در این استاندارد، هر مدل هستارِ نمایش داده شده، توصیفِ کارکردِ/ نقشِ[1] آن هستار است. سعی شده‌است تا مدل‌های تفصیلی‌تر بیشتری، برای هستارهایی که، در شبکه‌های حس‌گر، ویژه هستند و به طور معمول در شبکه‌های ارتباطیِ عمومی[2] یافت نمی‌شوند، فراهم شود. مثال‌هایی از چنین هستارهای فیزیکی ویژه شامل حس‌گرها و فعال‌گرها[3] می‌شود. به طور مشابه، مدل‌های تفصیلی‌تر نیز، برای هستارهای کارکردی، مانند پردازش داده ، خود مکان‌یابی[4]، خوشه بندی/ مدیریت گروهی، پردازش اطلاعات مشترک و مدیریت افزاره نیز فراهم شده‌اند. یک مدل تفصیلی‌تر، می‌تواند شامل رابطه ورودی-خروجی (درونداد-برونداد) در رابطه با آنچه که هستار انجام می‌دهد، برخی از ویژگی‌های خاص هستار، که قابلیت‌هایش را مشخص می‌کند و طبقه‌بندی روش های گوناگونی که توسط آن هستار پیاده سازی[5] می‌شود، باشد.

شکل ۱ و ۲ ، مروری کلی در مورد هستارهای مدل شده در این استاندارد، فراهم می‌نماید. شکل ۱ آمیخته‌ای از شکل ۳ در ISO/IEC 29182-1 و شکل ۴ در ISO/IEC 29182-3 است. این شکل، هستارهایی را که یک شبکه حس‌گر را تشکیل می‌دهند و چگونگی اتصال این هستارها به یکدیگر را نشان می‌دهد. بخشی از شکل که در بالای شکل درشت نمایی شده‌است[6] از ISO/IEC 29182-3 گرفته شده‌است و ساختار داخلی یک گره حس‌گر را نشان می‌دهد. این بخش بر این نکته دلالت دارد که، با وجود همبستگیِ فعال‌گرها با گره‌های حس‌گر، لزومی به استقرار فیزیکیِ فعال‌گرها در گره‌های حس‌گر نمی‌باشد. قسمت‌های دیگرِ شکل، از ISO/IEC 29182-1 گرفته شده‌است و نمونه‌های پیچیده‌تری از یک شبکه حس‌گر را نسبت به موارد نمایش داده‌شده در شکل ۱ و ۲ در ISO/IEC 29182-1 نشان می‌دهد. شکل ۲ شکل مشابه با شکل ۷ در ISO/IEC 29182-3 است. این شکل به جهت سهولت مراجعه، در این استاندارد نیز مجدد ترسیم شده‌است.

1 Role.
2 -General purpose.
3- Actuator.
4- Self-localization.
5- Implemented.
6- Blow up.



شکل ۱ – هستارهای فیزیکی یک شبکه حس‌گر



شکل ۲ – هستارهای کارکردی یک شبکه حس‌گر

تمایز میان هستارهای فیزیکی و کارکردی در یک شبکه حس‌گر و نحوه ارتباط آنها به یکدیگر می‌تواند در زمان-هایی با یکدیگر اشتباه شود. لذا جدول ۱ در جهت حل این مشکل تهیه شده‌است. این جدول تمام هستارهای فیزیکی، که یک هستار کارکردی، می‌تواند با آن‌ها در ارتباط باشد را، نشان می‌دهد. کلمه «می‌تواند[1]» از این جهت در اینجا مورد استفاده قرار گرفته است که برخی از هستارهای فیزیکی ممکن است در یک شبکه حس‌گر، نمایش داده نشود. برای مثال، اگر در معماری کلی، هیچ فراهم سازنده خدمتی وجود نداشته باشد، که این مورد در شبکه حس‌گر مستقل وجود دارد، در این صورت نمی‌توان گفت که ارتباطی میان هستار کارکردیِ پردازش کننده اطلاعات مشارکتی با فراهم سازنده خدمت وجود دارد. به بیان دیگر، خواننده مجبور است تا جدول ۱ را نمایانگرِ احتمال‌های مشخص درنظر گیرد که تمام روش‌های محتملِ نمایشِ هستارها در شبکه حس‌گر و نحوه پیکربندی آنها را نیز پوشش نمی‌دهد.

1 -Could.

جدول ۱ – رابطه های متقابل میان هستارهای فیزیکی و کارکردی در یک شبکه حس‌گر

			هستارهای فیزیکی											
					گره‌های حس‌گر									
			حس‌گرها	فعال‌گرها	بودمان ارتباطات	پردازنده	حافظه	منبع تأمین نیرو	دروازه‌ها	شبکه‌های دسترسی	شبکه ستون فقرات	فراهم سازندگان خدمت	کاربران
هستارهای کارکردی	لایه سخت افزار گره حس‌گر	به‌دست‌آوردن داده	*										
		به‌کار اندازی		*									
		تولید نیرو/ برداشت انرژی						*					
	لایه کارکردهای پایه	پردازش داده	*			*	*						
		ارتباطات داده			*				*	*	*	*	
		ذخیره داده					*					*	*
		سخت افزار ران‌ها	*	*		*							
		شناسایی فعال‌گر/حس‌گر	*	*		*							
	لایه خدمات	خدمات متداول: کارکردهای پشتیبانی ارتباطات			*	*	*		*	*	*	*	*
		خدمات متداول: خود مکانی	*		*	*	*						
		خدمات متداول: کشف منبع/ خدمت			*							*	*
		خدمات متداول: مدیریت داده				*	*					*	*
		خدمات متداول: مدیریت کد				*	*		*			*	*
		خدمات متداول: همگام سازی زمانی			*	*						*	*
		خدمات متداول: خوشه بندی/مدیریت گروه			*	*	*					*	
		خدمات ویژه دامنه				*						*	
	لایه کاربرد	کاربردها				*						*	
		عامل نرم افزار				*			*			*	*
		موتور قواعد				*						*	*
		پردازش اطلاعات مشارکتی	*			*	*					*	*
	مدیریت لایه میانجی	مدیریت افزاره	*	*	*				*				
		مدیریت منبع	*	*	*	*	*					*	*
		مدیریت خدمت										*	*
		مدیریت شبکه			*	*	*					*	*
		مدیریت امنیت			*	*	*		*			*	*
		مدیریت حریم											
		مدیریت ایمنی											
		مدیریت کسب و کار				*	*					*	*
		مدیریت QoS	*	*	*	*	*		*			*	*
		پایش سامانه	*	*	*	*	*	*					

۶ هستارهای فیزیکی

۶-۱ گره‌های حس‌گر

۶-۱-۱ مرورکلی

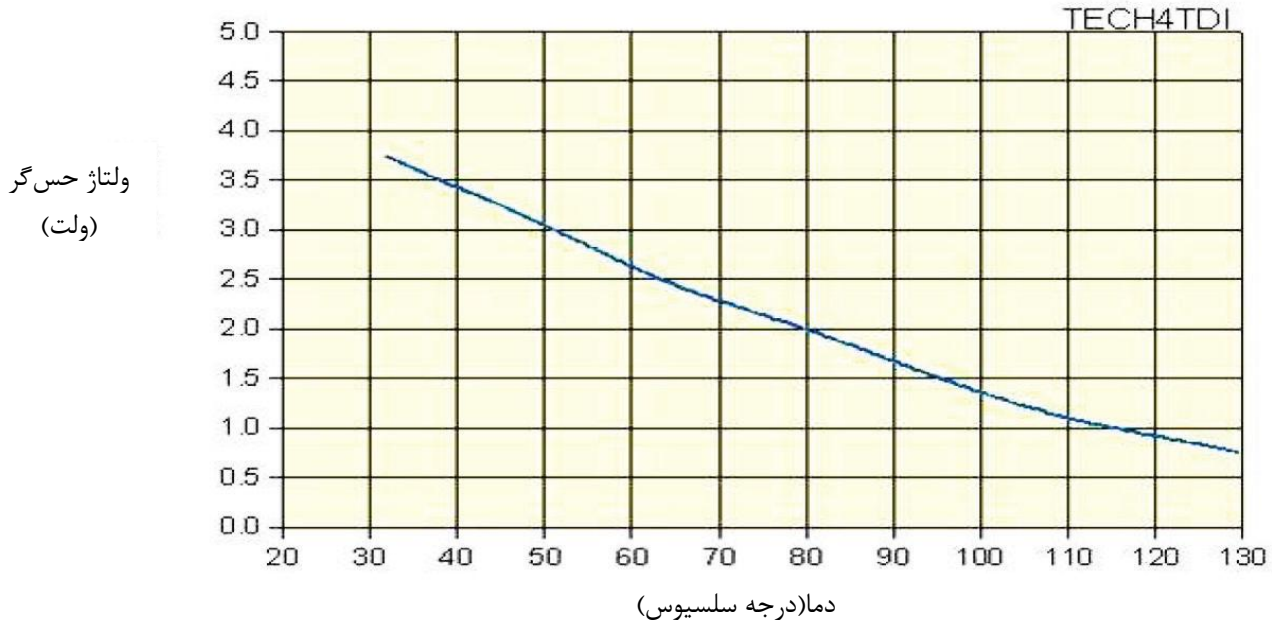
همانطور که پیش از این بیان شد و در قسمت بالای شکل ۱ نمایش داده شده، یک گره حس‌گر متشکل از چندین زیرهستار است که مدل‌های آن در قسمت های بعد نشان داده خواهد شد. باید توجه شود که فعال‌گرها، درصورتی که موجود باشند، ممکن است به صورت فیزیکی در داخل گره حس‌گر مستقر نشوند.

۶-۱-۲ حس‌گرها

یک حس‌گر، یک صفت[1] فیزیکی مانند دمای هوا، رطوبت یا سطح مونوکسید کربن در هوا را می‌سنجد و آن را به جریان/ ولتاژ الکتریکی تبدیل می‌کند. این تبدیل ممکن است مستقیم و یا غیر مستقیم باشد. در تبدیل مستقیم، آن صفت، به صورت مستقیم به جریان/ولتاژ الکتریکی تبدیل می‌شود، در تبدیل غیر مستقیم ، آن صفت، پیش از آنکه به یک جریان/ ولتاژ الکتریکی تبدیل شود، به دنباله ای از یک یا چند صفات میانی تبدیل می‌شود. برای مثال یک دماسنج می‌تواند دمای هوا را بسنجد و آن را به جابه جایی فیزیکی برخی اشیا تبدیل کند و سپس جابه‌جایی را به جریان/ولتاژ الکتریکی تبدیل کند. خروجیِ/برونداِ جریان/ ولتاژ حس‌گر ممکن است به صورت قیاسی[2] (آنالوگ) یا رقمی[3] (دیجیتال) باشد. در مورد خروجیِ/برونداِ قیاسی، یک مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC)[4] ،جهت تبدیل جریان/ولتاژ الکتریکیِ قیاسی، به دنباله‌ای به طول متناهی از بیت ها (رقم های دودویی) که بازنمایشی دودویی از جریان/ولتاژ ، مورد استفاده قرار گرفته است.

بنابراین، یک مدل مناسب برای یک حس‌گر با خروجیِ/برونداِ آنالوگ، یک رابطه ورودی- خروجی (درونداد-برونداد) است، که این رابطهِ ورودی-خروجی (درونداد-برونداد) ، تبدیلِ صفت سنجیده شده به وسیله حس‌گر را، به خروجیِ/برونداِ جریان/ولتاژ الکتریکی، مشخص می‌کند. رابطه ممکن است گه‌گاه از طریق فرمول ریاضیاتی یا اغلب از طریق نقشه ترسیمی xy مشخص شود. برای مثال، شکل ۳ ولتاژ خروجیِ/برونداِ یک حس‌گر دمای هوا را در مقابل دمای هوای ورودی نشان می‌دهد. با افزایش دمای هوا، ولتاژ خروجی/برونداد کاهش می‌یابد که نشانگر ضریب منفی دمای هوا است.

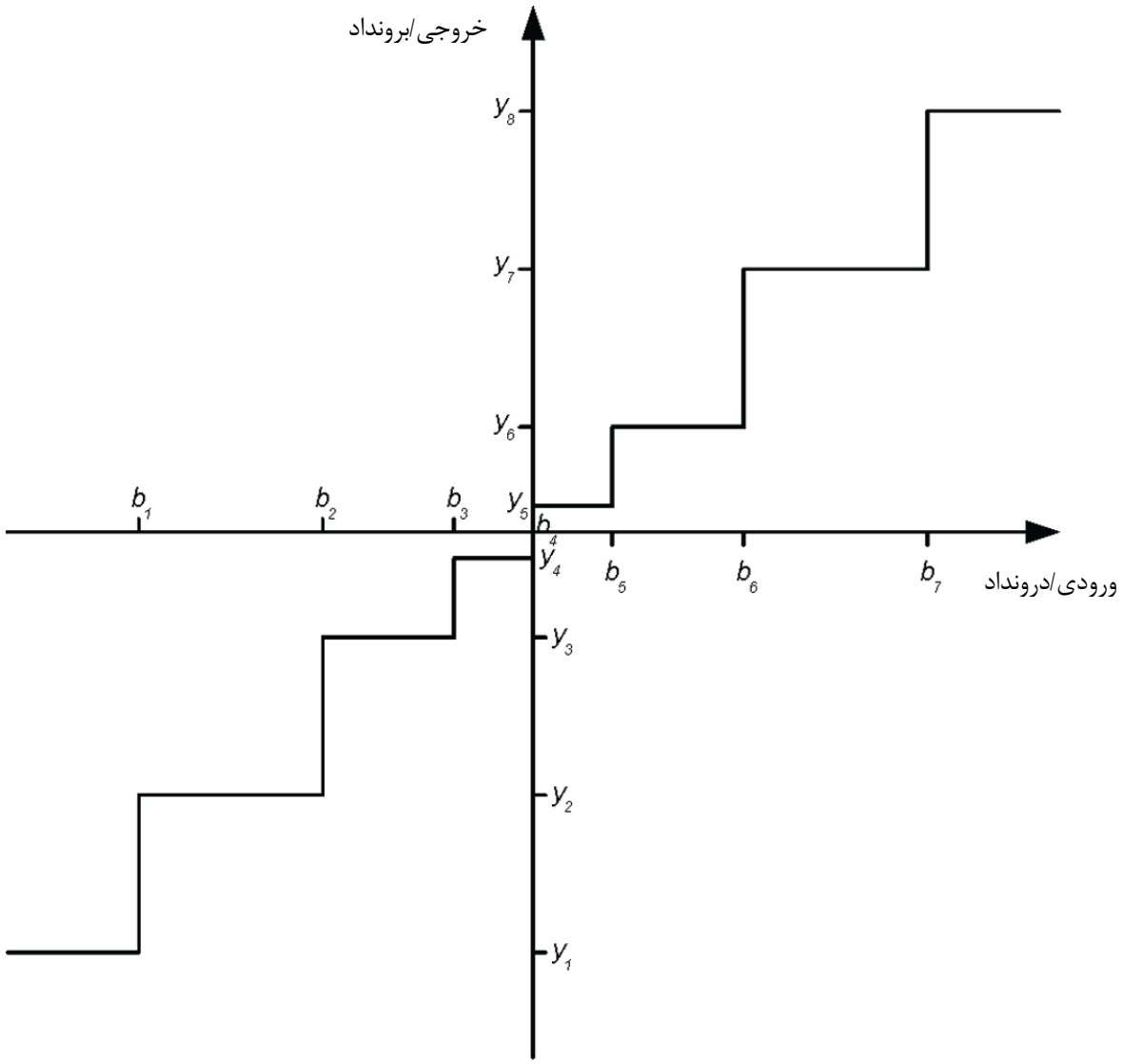
1 -Attribute.
2 -Analog.
3 -Diigital.
4 Analog to digital convertor.



شکل ۳ – رابطه ورودی – خروجی (درونداد-برونداد) یک حس‌گرِ دمای هوا

از سوی دیگر یک مدل مناسب برای یک حس‌گر با خروجیِ/برونداد رقمی، جدول یا نقشه ترسیمی ورودی-خروجی(درونداد-برونداد) کوانتیزه کننده[1] است. شکل قبل یک نقشه ترسیمی xy است که صفت فیزیکی قیاسی را در محور افقی و مقدار قیاسیِ نمایانده شده توسط خروجیِ/برونداد دودویی حس‌گر را، در محور عمودی نشان می‌دهد. شکل ۴ نقشه ترسیمی ورودی- خروجی (درونداد-برونداد) کوانتیزه کننده را نشان می‌دهد.

1-Quantizer.



شکل ۴ – رابطه ورودی – خروجی (درونداد-برونداد) برای یک کوانتیزه کننده غیر یک شکل در ۸ سطح

به صورت جایگزین، دو جدول، می‌توانند جهت مشخص کردن همان رابطه ورودی و خروجی (درونداد-برونداد) و همچنین مشخص کردن کلمه‌های کد دودویی مورد استفاده به وسیله کوانتیزه کننده، مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال، هر دمای هوا بین ۱۸ و ۱۸/۱ درجه سانتیگراد می‌تواند براساس کلمه رمز ۱۰۱۱۰۱۰۱ نشان داده شود و در نتیجه، ۱۸/۰۵ سانتیگراد نمایانگر مقداری در آن گستره دمایی و در ارتباط با آن کلمه کد دودویی می‌باشد. جدول ۲ و ۳ به ترتیب عملیات های کدبندی و کدگشایی کوانتیزه کننده نشان داده شده در شکل ۴ را نشان می‌دهد.

جدول ۲ – کدبند برای کوانتیزه کننده نشان داده شده در شکل ۴

دامنه ورودی/درونداد کوانتیزه کننده	کلمه کد دودویی خروجی/برونداد
$(-\infty, b_1)$	000
$[b_1, b_2)$	001
$[b_2, b_3)$	010
$[b_3, b_4)$	011
$[b_4, b_5)$	100
$[b_5, b_6)$	101
$[b_6, b_7)$	110
$[b_7, \infty)$	111

جدول ۳ - کدگشا برای کوانتیزه کننده نشان داده شده در شکل ۴

سطح خروجی/برونداد کوانتیزه کننده	کلمه کد دودویی ورودی/درونداد
y_1	000
y_2	001
y_3	010
y_4	011
y_5	100
y_6	101
y_7	110
y_8	111

مدل‌های نمایش داده شده، بالا، به طور طبیعی قطعی هستند و همین‌طور وجود سنجش نوفه[1] را در حس‌گر نادیده می‌گیرد. مدلی که این جنبه ها را مورد توجه قرار می‌دهد ممکن است به شکل $X=aS+N$ باشد که

S یا یک متغیر تصادفی یا قطعی است که صفت فیزیکی سنجیده شده توسط حس‌گر را می‌نمایاند،

a یک عامل مقیاس دهی/ تبدیل است،

N یک متغیر تصادفی است که سنجش نوفه را می‌نمایاند، و

X خروجیِ/برونداد جریان/ولتاژ الکتریکی حس‌گر است.

هنگام استفاده از مدل حس‌گر تصادفی مانند مدل بالا، باید عامل مقیاس دهی/ تبدیل a و توزیع احتمالی برای نوفهِ افزوده N مشخص شود. هنگامی که صفت فیزیکی سنجیده شده به وسیله متغیر تصادفی S مدل می‌شود، فراهم ساختن توزیع احتمالی مشترک S و متغیر تصادفی نوفه N ضروری است. معمولا، اما نه همیشه، S و N از نظر آماری مستقل فرض می‌شود. درمورد یک حس‌گر با یک خروجیِ/برونداد رقمی، کوانتیزه کننده مورد استفاده حس‌گر باید به ازای هر بحث اولیه مشخص شود.

در مورد تمام مدل های بحث شده بالا، مشخص کردن دامنه مقادیر ورودی/درونداد نیز ضروری است – یعنی دامنه مقادیر برای صفت فیزیکی – که در آن دامنه حس‌گر کار می‌کند. در نهایت، در مورد یک گره حس‌گر با چندین حس‌گر ، یک مدل، باید برای هر حس‌گرِ استفاده شده در گره فراهم شود.

1 -Noise.

۶-۱-۳ فعال‌گرها[1]

به طور کلی، یک فعال‌گر به شیوه‌ای، معکوسِ نحوه کارکرد یک حس‌گر حرکتی، کار می‌کند. یک فعال‌گر، جریان/ ولتاژ الکتریکی را، به عنوان درونداد[2]/فرمان، به شکل قیاسی یا رقمی، دریافت می‌کند و موجب برخی حرکات (انتقال، چرخش) می‌شود، بنابراین حرکت یا تغییرِ جهتِ شیء، به میزان مشخصی، واپایش[3] می‌شود. در بسیاری از موارد، جریان/ولتاژ الکتریکی ابتدا به فشار هیدرولیک تبدیل می‌شود، سپس فشار هیدرولیک موجب حرکت می‌شود. این بحث ، به موازات بحث تبدیل مستقیم و غیرمستقیم درمورد حس‌گرها است.

توسعهِ یک مدل قطعی، برای یک فعال‌گر، پیرو خط فکریِ مشابه با زیربند ۶-۱-۲ ، آسان است. یک فعال‌گر با درونداد قیاسیِ جریان/ولتاژِ الکتریکی[4]، از طریق یک نقشه ترسیمی xy و گستره‌ای از مقادیر برای درونداد، مدل می‌شود. یک فعال‌گر ، با درونداد رقمی، از طریق استفاده از جدولی است که مقادیر حرکت را، برای تمام رشته-های درونداد دودویی[5] احتمالی، نشان می‌دهد. این امر درمورد جدول‌های با اندازه کوچک مناسب است. درصورتی که رشته دودویی، بیشتر از تعدادی محدود بیت، طول داشته باشد، یک شکل کارکردی، مدلی مناسب خواهد بود. در چنین موردی، تابع، برروی مقادیر ده دهی‌ای که، نمایانگرِ رشتهِ درونداد دودوییِ واردهِ به فعال‌گر است، عمل می‌کند و آن را به حرکت تبدیل می‌کند.

به طور مشابه مدل تصادفی برای یک فعال‌گر به شکل $X=as+N$ خواهد بود که:

s	فرمان/ دورنداد قطعی برای فعال‌گر است،
a	یک عامل مقیاس‌دهی/ تبدیل است، و
N	یک متغیر تصادفی است که هر عملیات تصادفی فعال‌گر را مشخص می‌کند به طوری‌که درونداد مشابه، همیشه به طور دقیق، به حرکت مشابه منجرنمی‌شود.

۶-۱-۴ پودمان ارتباطات

یک گره حس‌گر، ممکن است، بیش از یک سازوکار برای ارتباط با گره‌های حس‌گر دیگر و به طور احتمالی یک دروازه، داشته باشد. این سازوکارها ممکن است سیمی یا بی‌سیم باشند. پودمان ارتباطات تمام این سازوکارها را دربرمی‌گیرد. مدل تفصیلی سازوکارهای ارتباطات در یک گره حس‌گر فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد است. چنین مدلی، باید به طور کمینه[6] لایه‌های پیوند داده و فیزیکی را در مدل اتصال متقابل سامانه‌های باز (OSI)[7] و به طور احتمالی لایه‌های انتقال و شبکه را شامل شود. توصیه می‌شود، استانداردهای مناسب، برای لایه‌های پروتکل مشخص شوند.

۶-۱-۵ پردازنده

1 - Actuator.
2 -Input.
3- Control.
4 -Analog input electric voltage/current.
5 -Binary.
6 - At least.
7 - Open System Interconnection.

یک گره حس‌گر، به ویژه ،اگر شامل چندین حس‌گر باشد، به طور معمول پردازنده‌ای دارد که برای پیش‌پردازش داده‌های حس‌شدهِ خام ممکن است مورد استفاده قرارگیرد. این پیش پردازش می‌تواند شامل انبوهش[1] داده‌ها، استخراج ویژگی خاص[2]، ترکیب داده‌ها و حتی پردازش مشارکتی داده‌های گرفته شده در خود گره، و حتی در گره‌های دیگرِ درحال ارتباط با آن گره، می‌شود. پودمان ارتباطات و کارکردهایی همچون خدمات امنیتی، در گره حس‌گر مستلزم قابلیت های رایانشی است. به طور کلی اصطلاح «حس‌گر هوشمند» – که به طور متداول مورد استفاده قرار می‌گیرد- براین امر اشاره دارد که قابلیت مناسبی از پردازش در گره حس‌گر وجود دارد. از نقطه نظر کارکرد، بسیاری از هستارها نیازمند قابلیت های پردازش و رایانش هستند. این هستارها شامل لایه کارکردهای پایه (BFL)، لایه خدمت (SL)، لایه کاربرد (AL) و مدیریت لایه میانجی (CLM) می‌شوند که در قسمت های بعد به عنوان هستارهای کارکردی شرح داده می‌شوند.

برای مشخص کردن قابلیت‌های گره حس‌گر، نیاز به یک مدل معماری تفصیلی برای پردازنده نیست. شاید تمام آنچه که مورد نیاز است توصیفی ساده با استفاده از FLOPS (عملیات های شناور در هر ثانیه) و تعداد پردازنده ها (دوتایی، چهارتایی و غیره) جهت مشخص کردن توان رایانشی گره باشد.

۶-۱-۶ حافظه

قابلیت‌های ذخیره سازی یک گره حس‌گر می‌تواند با دو عدد توصیف شود: اندازه سخت‌افزاران[3] (حافظه با دسترسی کندتر) و اندازه حافظه الکترونیکی سریع تر آن.

۶-۱-۷ منبع تأمین نیرو

تأمین نیروی گره‌های حس‌گر معمولا از طریق باتری انجام می‌شود. بنابراین تعیین ولتاژ باتری و طول عمر آن که با واحد میلی آمپر در هر ساعت مشخص می‌شود، لازم است. برخی از گره‌های حس‌گر از سازوکار خواب[4] استفاده می‌کنند که به آنها اجازه می‌دهد تا زمان زیادی را در «خواب» سپری کنند و تنها گه‌گاه برای انجام آنچه که گره حس‌گر می‌باید انجام دهد – به دست‌آوردن داده، پردازش و گزارش دهی از طریق ارتباطات با دیگر هستارها «بیدار[5]» شوند. از آنجایی که زمانی که باتری‌ها که مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، شارژ مجدد می‌شوند، لذا در چنین مواردی مشخص کردن قابلیت های شارژ مجدد باتری ها می‌تواند مفید باشد.

یک گره حس‌گر که به وسیله باتری به‌کار انداخته می‌شود ممکن است، به شکلی، از برداشت انرژی نیز، استفاده کند که می‌باید به منظور تخمین مدتی که گره حس‌گر ممکن است دوام داشته باشد، مشخص شود.

در کاربردهای معین، تامین نیروی گره‌های حس‌گر با خط الکتریسیته است. در چنین مواردی مشخص کردن مصرف نیروی گره حس‌گر مفید است.

---

1 -Agregeation.
2 -Feature extraction.
3 -Hard drive.
4- Sleep.
5-Wake up.

تأمین کنندگان نیرو – چه باتری یا مبدل‌های برق جریان متناوب (AC) باشند – معمولا حجیم هستند و بخش مهمی از وزن و اندازه یک گره حس‌گر را تشکیل می‌دهند. بنابراین، مشخص کردن اندازه و وزن منبع تأمین نیرو مفید است.

۶-۲ دروازه‌ها

دروازه‌ها، ارتباطات، میان یک شبکه حس‌گر را، با شبکه دیگری و یا شبکهِ حس‌گر دیگری را تسهیل می‌کنند. دروازه‌ه، درصورتی که در معماری کلی وجود داشته باشند، در مجاورت فیزیکی گره‌های حس‌گر استقرار می‌یابند. یک دروازه، یک پروتکل را برای ارتباط با یک شبکه حس‌گر و پروتکل دیگری را برای ارتباط با شبکه دیگری به‌کار می‌گیرد، که شبکه دیگر می‌تواند شبکه حس‌گر دیگری باشد و یا یک شبکه ستون فقرات باشدکه در این مورد، ارتباطات یا مستقیم و یا از طریق یک شبکه دسترسی انجام می‌شود. مانند پودمان ارتباطات مورد استفاده در گره‌های حس‌گر (زیر بند ۶-۱-۴)، ویژگی کامل و مدل کردن پروتکل‌های ارتباطات مورد استفاده توسط یک دروازه نیز فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد است. در جای مقتضی، استانداردهای دیگر باید ذکر شوند.

۶-۳ شبکه‌های دیگر

۶-۳-۱ مرورکلی

شبکه‌های دیگر، به شبکه‌هایی در SNRA، به جز شبکه‌های حس‌گر اشاره می‌کند. شبکه‌های دیگر، شبکه‌هایی هستند که ارتباط یک شبکه حس‌گر را با کاربرانش، از طریق فراهم سازنده خدمت، به ویژه زمانی که، کاربران و فراهم سازندگان خدمت، به صورت فیزیکی، با شبکه حس‌گر، درکنار هم قرار نمی‌گیرند، ممکن می‌سازند. شبکه‌های دیگر شامل شبکه‌های دسترسی و شبکه ستون فقرات می‌شود که در قسمت‌های بعد شرح داده می‌شوند. باید یادآور شد که نیازی به «شبکه‌های دیگر» در شبکه حس‌گر مستقل، که در شکل ۱ از ISO/IEC 29182-1 نشان داده شده‌است وجود ندارد.

۶-۳-۲ شبکه‌های دسترسی

یک شبکه دسترسی، اتصال میان شبکه ستون فقرات و دروازه را در SNRA فراهم می‌سازد. مثال‌های شبکه‌های دسترسی شامل یک شبکه وای فای، یک شبکه تلفن سلولی (مانند شبکه‌های دسترسی شامل یک شبکه وای فای، یک شبکه تلفن سلولی (مانند 3G/4G (نسل سوم/ نسل چهارم) بی‌سیم) و یک شبکه اترنت ساده در مورد دروازه‌ای که به شبکه ستون فقرات به صورت سخت افزاری سیم پیچی شده‌است، می‌شود. مدل‌بندی یک شبکه دسترسی فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد است. در جای مقتضی، استانداردهای دیگر باید ذکر شوند.

۶-۳-۳ شبکه ستون فقرات

مشهودترین شبکه ستون فقرات اینترنت است. مثال دیگر، می‌تواند اینترانت باشد، اگر داده‌های حس‌گرها برای مصرف «محلی» بوده و شبکه‌های دیگر به آن داده‌ها دسترسی نداشته باشند. به طور کلی، یک شبکه ستون فقرات ، اتصالِ میان تعداد زیادی از هستارهای ارتباطی را که پراکندگی جغرافیایی دارند را، فراهم می‌سازد. که به‌طور معمول به صورت سیمی است، اما می تواند به‌صورت بی‌سیم نیز ارایه شود. مدل نمودن شبکه ستون فقرات فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد است. در جای مقتضی، استانداردهای دیگر باید ذکر شوند.

۶-۴ فراهم سازندگان خدمت

فراهم سازندگان خدمت، هستارهایی هستند، که با یک یا چند شبکهِ حس‌گر در برهم‌کنش[1] هستند و برخی از خدمات پایه را برای کاربران این شبکه‌های حس‌گر و به طور ویژه‌تر، برای کاربردهایِ در حال اجرا، در ماشین-های کاربرانِ شبکه‌های حس‌گر ، فراهم می‌سازند. برای مثال، کاربردهای شبکه حس‌گر مانند واپایش تردد[2] هوایی ملی و فرمان و کنترل زمینه فعالیت به برخی از خدمات پایه، مرتبط با پایش آب و هوا و شرایط جوی متکی است. این کاربردها ممکن است اطلاعات آب و هوایی را از فراهم سازندگان خدمتی که چنین اطلاعات و خدمات پیش بینی را، فراهم می‌سازند، دریافت کنند.

۶-۵ کاربران

کاربران، هستارهایی هستند که در نهایت، مصرف کنندهِ اطلاعات سطح بالای فراهم شده توسط شبکه‌های حس‌گر هستند. کاربردهای شبکه حس‌گر از جمله پایش محیطی، فرمان و واپایش زمینه فعالیت، برروی ماشین های کاربران اجرا می‌شوند. همانطور که در زیربند ۶-۴ اشاره شد، این کاربردها ممکن است به خدماتِ پایهِ معینِ فراهم‌شدهِ توسط فراهم سازندگان خدمت، متکی باشند. کاربر، ممکن است قابلیت مصورکردن اطلاعات تولید شدهِ کاربردهای شبکه حس‌گر را داشته باشد. همچنین باید گفته شود که در مورد شبکه‌های حس‌گر ساده‌تر، کاربردها ممکن است برروی هستارهای لایه پایین‌تر و حتی برروی گره‌های حس‌گر اجرا شوند.

۷ هستارهای کارکردی

۷-۱ لایه سخت افزار گره حس‌گر

۷-۱-۱ مرورکلی

لایه سخت افزارِ گره حس‌گر، مجموعه‌ای از کارکردهایی است که به حس، فعال‌گری و منابع نیرو در یک گره حس‌گر می پردازد. بدیهی است که حس کردن، کارکرد اصلی گره حس‌گر است، اما گره حس‌گر، ممکن است که دارای قابلیت‌های فعال‌گری نیز باشد. حس و فعال‌گری ممکن است به‌طور اکید در گره‌های حس‌گر رخ دهد، اما هستارهای فیزیکی دیگر مستلزم منابع نیرو نیز هستند. با توجه به آن که، آن هستارها اغلب به خط الکتریسیته دسترسی دارند، بنابراین موضوع تولید نیرو در گره‌های حس‌گر در خور توجه ویژه‌ای است چراکه ممکن است باتری ها را برای مدت طولانی پایدار نگاه داشت یا برداشت انرژی نمود.

۷-۱-۲ به‌دست‌آوردن داده

به‌دست آوردن داده یک کارکرد اساسی حس‌گرها است. هر حس‌گر، برخی صفات فیزیکی محیطی را که در آن قرار گرفته است را می‌سنجد و آن سنجه‌ها را به داده رقمی تبدیل می‌کند. جزئیات درمورد عملکرد یک حس‌گر در زیر بند ۶-۱-۲ اداده شده‌است. کسب داده، یک وظیفه مشارکتی ناشی از مشاهده دقیق و سنجش محیط و تولید داده رقمی مبتنی بر سنجه‌هاست.

۷-۱-۳ فعال‌گری

1 -Interact.
2 -Traffic.

حس‌گرها، جهان فیزیکی‌ای را که مشاهده می‌کنند و می‌سنجند را، از طریق فرآیند فعال‌گری، و توسط کاربر، تحت تأثیر قرار می‌دهند. البته تمامی شبکه‌های حس‌گر با فعال‌گرها مجهز نمی شوند. برخی از شبکه‌های حس-گر، برخی از مشخصه‌های جهان فیزیکی را به دقت مشاهده می‌کنند و می‌سنجند بدون آن‌که در آن تأثیری بگذارند. ممکن است یک شبکه حس‌گر، فعال‌گرها را به عنوان یک حلقه بسته سامانهِ واپایشی به‌کارگیرد. هر فعال‌گر نشانک[1]/فرمان‌های واپایشی را از لایه‌های کارکردی بالاتر در شبکه حس‌گر دریافت می‌کند و موجب حرکت برخی از اشیا می‌شود. مفهوم نحوه تأثیر بر یک جهان فیزیکی «بزرگ» از طریق استفاده از تعدادی از فعال‌گرها به روشی که اهداف و انتظارات کاربر را برآورده می‌کند یک مشکل چالش برانگیز[2] و تا اندازه‌ای دوبرابر مشکلِ ترکیبِ دادهِ حس‌گر است.

۷-۱-۴ تولید نیرو / برداشت انرژی

تمامی شبکه‌های حس‌گر، برداشتِ انرژی نمی‌کنند. شبکهِ حس‌گری که، گره‌های حس‌گرِ آن که، به وسیله باتری کار می‌کنند طول عمر محدودی خواهند داشت. زمانی که باتریِ تعداد قابل توجهی از گره های شبکه حس‌گر، به اتمام می‌رسد، این شبکه از کار می‌افتد و کارکرد آن متوقف می‌شود. روشی برای کاهش این مشکل، جایگزینی دوره‌ای باتری‌ها است. ولی این روش مناسب نیست و می‌تواند در مورد یک شبکه حس‌گر بزرگ پرهزینه باشد. یک روش دیگر، از طریق برداشت انرژی است، که در این روش یک گره حس‌گر از ابزارهایی، برای استخراج انرژی، از محیطی که در آن قرار دارد، استفاده می‌کند. مهمترین مثال از برداشت انرژی از طریق استفاده از سلول‌های خورشیدی است. روش ممکن دیگر از طریق استفاده از توربین‌های بادی است.

۷-۲ لایه کارکردهای پایه

۷-۲-۱ مرورکلی

جدا از ارتباطات داده و ذخیره داده، هستارهای کارکردی که تحت این هستار شرح داده می‌شوند به شدت در همبستگی با گره‌های حس‌گر هستند. علاوه بر گره‌های حس‌گر هستارهای فیزیکی دیگریی نیز در SNRA ،ارتباطات داده و ذخیره داده را انجام می‌دهند. گره‌های حس‌گر، علاوه بر حس‌کردن، فعال‌گری و تولید نیرو، نیاز به انجامِ برخی وظایف پایه دارند. این کارکردها، با عنوان «لایه کارکردهای پایه» گروه بندی و در قسمت های بعد شرح داده می‌شود.

۷-۲-۲ پردازش داده

یک گره حس‌گر ممکن است الگوریتم‌های گوناگونی را برای پردازش داده خامِ بدست آمده توسطِ حس‌گرهایش به‌کارگیرد. میانگین‌گیری[3] یا پالایش[4] (خطی یا غیرخطی[5]) برای زدودن نوفهِ[6] تداخلی یا نوفه اضافه، مثال‌هایی از

1- Signal.
2- Challenging problem.
3 -Averaging.
4- Filtering.
5 -Linear or nonelinear.
6- Noise.

این الگوریتم‌ها هستند. جمع‌آوری داده و فشرده‌سازی داده، حقیقتِ مهمِ کم بودنِ پهنای باند ارتباطی – به ویژه در مورد گره‌های حس‌گر بی‌سیم – را نشان می‌دهد. بنابراین، پردازش داده خام که منجر به کاهش حجم داده‌های ارتباطی با گره‌های حس‌گر همسایه می‌شود و یا یک هستار پردازش کننده مرکزی که داده‌ها را از تمام گره ها در شبکه دریافت می‌کند، صحیح به نظر می‌آید. مفهوم آماره‌های[1] کافی به خوبی در ادبیات آمار درک شده‌است. این مفهوم براساس پردازش داده خام و استخراج یک مجموعه داده بسیار کوچکتر از آن است که داده پردازش شده نامیده می‌شود که «ماهیت» داده خام را بدست می آورد. به بیان ریاضیاتی، تصمیم گیری بهینه مبتنی بر آماره کافی، به خوبی تصمیم گیری بهینه، مبتنی بر تمامیت داده خام، خواهد بود. یک مثال که استفاده از آماره کافی را نمایش می‌دهد، تشخیص وجود نیروهای مخالف در یک منطقه مراقبت نظامی با استفاده از حس‌گرهای بسیار است. امکان انتقال داده‌های خام از تمامی حس‌گرها به یک هستار درحال پردازش و یا انتقال آماره کافی وجود دارد. درصورتی که قاعده تصمیم‌گیری بهینه، پیرامون حضور نیروهای مخالف، مبتنی بر مجموعه داده‌های کوچکتر، دارای احتمالات مشابهِ شناسایی و هشدار خطا، یا به صورت کلی تر منحنی عملیاتی گیرنده (ROC)[2]،مانند قاعده تصمیم‌گیری بهینه، مبتنی بر داده خام باشد، سپس، مجموعه داده کوچکتر، آماره کافی نامیده می شوند. در امتداد خطوط مشابه، قابلیت استخراج ، فرآیندی، برای کاهش حجم داده‌هایی که باید به وسیله گره‌های حس‌گر به هستارهای دیگر ارسال شود، است. مثال مناسب برای قابلیت استخراج، در زمینه داده‌های تصویری و ویدئویی است که در آن برخی از صفت‌های خاصِ مهم تصویر یا کلیپ ویدئویی، مانند وجود اشیا معین، گرفته شده و به جای ارسال هر پیکسل مجزا در تصویر یا تمام چارچوب ها در کلیپ ویدئویی، آن صفت‌های خاص انتقال می یابند.

جنبه دیگر پردازش داده، نمایش داده‌ها و قالب داده‌ها است. باید توافق هایی درمورد روش تفسیر داده‌های تبادل شده به وسیله هستارهای گوناگون وجود داشته باشد. برای مثال، زمانی که داده درجه حرارت خام به وسیله یک گره حس‌گر به گره دیگر یا هستار پردازش کننده مرکزی ارسال می‌شود، باید یک سرآیند[3] وجود داشته باشد که واحد درجه حرارت، برای مثال سلسیوس و یا فارنهایت و قدرت تفکیک حس‌گر را تعیین می‌کند. این امر مستلزم وجود کارکردهای نمایش داده‌ها است که اطلاعات بیشتر را به سنجه‌های ابتدایی حس‌گر ، اضافه کند.

۳-۲-۷ ارتباطات داده

ارتباطات داده، همانطور که در شکل ۳-۱ در ISO/IEC 29182-1 نشان داده شده‌است، میان چندین هستار فیزیکی در یک شبکه حس‌گر رخ می‌دهد. این ارتباطات، می‌توانند از طریق سیمی[4] یا واسط هوایی[5] (بی‌سیم[6]) باشد و پروتکل های گوناگونی می توانند برای ارتباطات میان هستارهای گوناگون مورد استفاده قرار گیرند. مدل نخستین تبادل اطلاعات، در شبکه ستون فقرات ارتباطات، از طریق سیمی است. به علاوه، برای به‌کارگیری‌های[7]

1- Sufficient statistics.
2- Receiever operational curve.
3- Header.
4-Wire.
5 -Air interface.
6 -Wireless.
7- Deployment.

معینی، برای مثال در برخی از ساختمان‌ها، گره‌های حس‌گر، از ارتباطات سیمی استفاده می‌کنند. ارتباطات بی سیم مزیت های بسیاری، از جمله پشتیبانی از سیاربودن و سهولت در به اجر آمدن را عرضه می‌کنند.اما باید به مشکل تداخل فرکانس رادیویی (RF) و آسان تر بودن استراق سمع به لحاظ فیزیکی در انتقال های بی‌سیم، توجه داشت.

اینترنت از پروتکل اینترنت (IP) در لایه شبکه استفاده می‌کند، اما ارتباطات میان برخی هستارها در شبکه حس‌گر – برای مثال ارتباطات بینابین گره‌های حس‌گر[1] – به دلیل بالاسریِ[2] به نسبت زیادِ IP، ممکن است مبتنی بر IP نباشد. برخی از استانداردهای ارتباطات بی‌سیم، که به صورت متداول برای ارتباطات میان گره حس‌گر مورد استفاده قرارمی‌گیرند .IEEE 802.15 ، ZigBee و IEEE 802.11 هستند. این استانداردها به لایهِ فیزیکی (PHY) و لایهِ کنترل دسترسی محیط (MAC)[3] از پشتهِ پروتکل می‌پردازند. همچنین تنوعی از استانداردها وجود دارد که می‌توانند به وسیله شبکه دسترسی[4] مورد استفاده قرار گیرند. درمورد شبکه‌های دسترسی سیمی استاندارد اترنت، استانداردِ شبکهِ منطقهِ محلیِ (LAN)[5] غالب است. درمورد استانداردهای ارتباطات بی‌سیم انتخاب‌های گسترده‌ای از استانداردها وجود دارد. از جمله مثال‌هایی در این زمینه می‌توان به بلوتوث، IEEE 802.11 شبکهِ منطقهِ محلیِ بی‌سیم (WLAN)، و استانداردهای تلفنی سلولی مانند استانداردهای بی‌سیم 3G (برای مثال، سامانه ارتباطات مخابراتی سیار جهانی (UMTS)[6] و دسترسی بسته پرسرعت (HSPA)[7]) و استانداردهای بی‌سیم 4G (برای مثال تحول بلند مدت (LTE)[8] و قابلیت هم کنش‌پذیری جهانی برای دسترسی ریزموج (WiMAX)[9]) اشاره کرد.

زمانی که بحث درمورد ارتباطات داده است، طراح به مشخص‌کردن پروتکل‌های دیگر مورد استفاده در لایه‌های بالاتر مدل OSI، به طور ویژه لایه های شبکه و انتقال نیاز خواهد داشت. هدف از این استاندارد توجه به تمام جنبه های ارتباطات داده نیست چراکه بسیاری از استانداردهای دیگر برای بررسی آن جنبه ها وجود دارد.

۴-۲-۷ ذخیره داده

یک گره حس‌گر ممکن است دارای فضای ذخیره، برای ذخیره داده‌های پردازش‌شدهِ/خامِ حس‌گر در برخی دوره-های زمانی باشد. ذخیره داده‌ها، برای جستجوی[10] «روندها[11]» در داده‌های جمع آوری شده یا در شرایط کلی تر، برای استفاده توسط الگوریتم های پردازش داده، که به طور معمول به فضای بیشتری برای ذخیره داده‌ها نسبت به فضای لازم برای داده‌های سنجه های حس‌گرها، نیاز دارند مفید است.

---

1 -Inter-sensor-node.
2 -Overhead.
3 - Medium access control.
4- Access control.
5 -Local area network.
6 -Universal mobile telecommunication system.
7 -high speed packet access.
8 -long term evolution.
9 -World wilde interoperability Microsoft Access.
10- Look for
11 -Trend.

در هستارهای دیگر یک شبکه حس‌گر نیز، ذخیره داده وجود دارد، برای مثال دادگانِ تاریخیِ[1] رویدادها، که این دادگان، به وسیله فراهم سازندگان خدمت، نگهداری می‌شود. این جنبه در جای دیگر از این استاندارد مورد توجه قرار گرفته است.

۷-۲-۵ سخت افزار ران[2]

به صورت متداول، افزاره رانها، برای فعال ساختن[3] ارتباطات میان رایانه و افزاره‌های متصل به آن، در یک سامانه رایانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. به صورت مشابه، این رانه‌ها، در گره‌های حس‌گر یافت می‌شوند، بنابراین گره می‌تواند حس‌گرها و فعال‌گرها را به کار اندازد. این رانه‌ها، در گره حس‌گر، در اتصال با پردازنده، کار می‌کنند.

۷-۲-۶ شناسایی حس‌گر/فعال‌گر

وجود، و نوع حس‌گرها و فعال‌گرها، در یک گره حس‌گر می‌تواند از طریق صفحه‌های داده‌های الکترونیکی مبدل (TEDS) [4] مشخص شوند که در استاندارد ISO/IEC/IEEE 21450 و مجموعه استانداردهای ISO/IEC/IEEE 21451 تعریف شده‌اند. یک TEDS حاوی اطلاعات در مورد شناساییِ (ID)[5] فعال‌گر یا حس‌گر، واحدهای سنجه‌های فیزیکی (مانند درجه سلسیوس در مورد درجه حرارت)، گستره سنجش، واسنجی و موقعیت مکانی (که ممکن است به وسیله قابلیت خود مکان‌یابی مانند سامانه موقعیت یابی جهانی (GPS) [6]در مورد فعال‌گرِ/ حس‌گرِ سیار به‌روز می‌شود)، اطلاعات ویژهِ کاربر، اطلاعات مرتبط با سازنده و غیره است. TEDS ابزاری برای خود شناسایی و خود توصیفیِ حس‌گرها و فعال‌گر ها و همچنین خود پیکربندی سامانه‌های حس‌گر است. این ابزار حوزهِ نصب، ارتقا و نگهداری از حس‌گرها و فعال‌گرها در سامانه‌ها، ساده می‌کند، بنابراین امکان «اتصال و اجرا»[7] را در ابزارها و شبکه‌های حس‌گر فعال می‌کند.

۷-۳ لایه خدمت

۷-۳-۱ مرورکلی

کارکردهای توصیف شده در زیربند ۷-۳ درمیان تعدادی از هستارهای فیزیکی در شبکه حس‌گر، از جمله گره‌های حس‌گر، فراهم سازندگان خدمت و کاربران توزیع می‌شوند. به طور کلی، خدمات گوناگونی در یک شبکه حس‌گر موجود هستند که به وسیله کاربردهای گوناگونِ در حال اجرا در شبکه حس‌گر، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۷-۳-۲ خدمات متداول

1 -Historica database.
2- hardware drivers.
3- Enable.
4 -Transducer electronic Data Sheets.
5 -Identification.
6- Global positioning system.
7- Plug and play.

۷-۳-۲-۱ مرورکلی

خدمات شرح داده شده زیر به جهت پشتیبانی از کاربردهای متنوع گره حس‌گر، خدمات متداولی هستند.

۷-۳-۲-۲ کارکردهای پشتیبانی ارتباطات

ارتباطات و شبکه‌بندی مستلزم پشتیبانی از کارکردهایی در سرتاسر لایه‌های گوناگون پشته پروتکل هستند. برای مثال در لایه PHY، نیاز به کدبندی اصلاح خطا وجود دارد. در لایه شبکه، مسیریابی وجود دارد که می تواند در شبکه‌های حس‌گر توری (mesh) و موردی، از نظر رایانشی اهمیت دارد، لذا مسیریابی ، کارکرد مهمی در شبکه‌های حس‌گر توری و موردی است که از طریق آن یک گره حس‌گر درمیابد که همسایگانش چه هستارهایی هستند که بتواند ارتباط با آنها ارتباط برقرار کند.

۷-۳-۲-۳ خود مکان‌یابی

در صورتی که، زمان و مکان جمع‌آوری داده، به داده حس‌گر، برچسب شود شود، داده حس‌گر، مفیدتر و معنادارتر است. همگام‌سازی زمانی در زیر بند ۷-۳-۲-۷ اشاره شده است. برخی از گره‌های حس‌گرِ گران قیمت، به جهت مکان‌یابی، ممکن است دارای یک گیرنده GPS، که در داخل آنها جای داده شده‌است، باشند. در این موارد، گره حس‌گر، مکان و زمان خود را، از طریق دریافت پیام از ماهواره‌های GPS ، می‌داند. به صورت کلی‌تر، کارکردهای مشابهی به وسیله سامانه ماهواره‌ای هدایت جهانی (GNSS)[1] فراهم می‌شود. اگرچه GNSS تنها درصورتی کار می‌کندکه گیرندهِ GNSS در خط ایستگاهِ (LOS)[2] کمینهِ ۴ ماهواره GNSS قرار داشته باشد بنابراین GNSS قابلیت مکان‌یابی را، درصورتی که گره حس‌گر، در فضاهای باز قرار داشته باشد (به غیر ازدره-های شهری) و به طور کلی‌تر در محیط هایی که -GPS-/GNSS را مردود می‌کنند، قرار نداشته باشد، فراهم می‌سازد و کار می‌کند. اشکال دیگر GPS/GNSS مصرف بالای نیروی آن است که آن را برای بیشتر گره‌های حس‌گر که انتظار می‌رود تا برای مدت طولای با نیروی باتری کار کنند، نامناسب می‌سازد.

خوشبختانه روش های دیگری وجود دارد که به وسیله آنها گره های حس‌گر می توانند خود مکان‌یابی یابند که می‌تواند حوزه فعالی برای تحقیق و توسعه باشد، روش‌های بسامد رادیویی(RF)[3](برای مثال زمان رسیدن (TOA)[4]، زاویه رسیدن (AOA)[5] ، روش‌های مبتنی بر قدرت نشانکِ (سیگنال) دریافت‌شده (RSS) و شناسایی فرکانس رادیویی (RFID)[6])، واحدهای سنجش لختی (IMUs)[7] ، مغناطیس سنج ها، ارتفاع سنجش ها، رادار دوپلر و تعدادی از حس‌گرهای دیگری وجود دارند، که می‌توانند برای مکان‌یابی به خصوص در محیط‌های بسته مورد استفاده قرار گیرند. وظیفه ترکیب برون‌دادهای گوناگون حس‌گر به منظور رسیدن به تخمین دقیق مکان گره حس‌گر، یک مشکل ترکیب داده است که بار دیگر موضوع تحقیق است.

---

1 -Global navigation satlite system.
2 -line-of-site.
3- Radio frequency
4 -Time of arrival.
5 -Angle of arrival.
6- Radio frequency Identification.
7 -Interial measurement

روش‌های مکان‌یابی مشارکتی[1] ، برای یافتن موقعیت مکانی تمام گره‌های حس‌گر مرتبط به هم در شبکه نیز وجود دارند که با یافتن مکان هر گره به صورت مستقل، درتضاد است. این امر به راه حل‌های دقیق‌تر مکان‌یابی منجر می‌شود، چراکه می توان از حقایق جغرافیایی ساده مانند مثلث نامساوی بهره برد. بار دیگر، هردو الگوریتم مکان‌یابی متمرکز و مشارکتیک توزیع شده و وجود دارند.

۷-۳-۲-۴ کشف منبع/ خدمت

پروتکل های کشف خدمت (SDPs) [2] به جهت تعیین اینکه چه خدماتی از شبکهِ حس‌گر در دسترس هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای مثال ممکن است شخصی بخواهد از وجود خدمت مکان‌یاب فضای پارک اشغال نشده در هنگام ورود به یک ساختمان/ بخش پارکینگ آگاه شود. این تنها یک نمونه از دامنه گسترده خدماتی است که خدمات مکان مبنا (LBS)[3]نامیده می‌شود. جینی[4]، پروتکل مکان خدمت (SLP)[5]و پروتکل کشف کشف خدمت ساده (SSDP)[6]که در اتصال و اجرای جهانی (UPnP)[7]مورد استفاده قرار می‌گیرند همه تنها چند مثال از SDPها هستند.

۷-۳-۲-۵ مدیریت داده

مدیریت داده، به اشتراک‌گذاری داده‌های حس‌گر، برای استفاده توسط خدماتِ گوناگونِ شبکهِ حس‌گر، همگام-سازی چنین داده‌هایی و سطح معینی از پردازش و ترکیب داده می‌پردازد. مدیریت داده همچنین به موضوعات مدیریت دادگان مرتبط با بایگانی داده‌های شبکه حس‌گر، به عنوان داده‌های تاریخی و جهت استفاده در آینده، می‌پردازد.

کمیته فنی شماره ۳۲ از کمیته مشترک ISO/IEC JTC 1/SC 32 با عنوان «تبادل و مدیریت داده‌ها» به مدیریت داده‌ها در سامانه‌های اطلاعاتی توزیع شده می‌پردازد. این کمیته، حوزه‌هایی را مانند (الف) چهارچوب-های کاری و مدل‌های مرجع برای هماهنگی استانداردهای نوظهور و موجود، (ب) تعریف دامنه‌های داده‌ها، انواع داده‌ها، ساختارهای داده‌ها و قاعده نحویِ مرتبط با آنها و (پ) زبان‌ها، خدمات و پروتکل ها برای ذخیره‌سازی ماندگار، دسترسی همزمان، به روزرسانی همزمان و تبادل داده‌ها؛ روش‌ها، زبان‌ها، خدمات و پروتکل‌ها جهت ساخت، سازماندهی و ثبت فراداده[8] و منابع اطلاعاتی دیگر مرتبط با به اشتراک‌گذاری و هم‌کنش‌پذیری، از جمله تجارت الکترونیک را پوشش می دهد. در زمینه شبکه‌های حس‌گر، به ذخیره سازی، کنارگذاشتن[9] و کاووش[10] اطلاعات از حس‌گرها می‌پردازد.

1- Cooperative.

2- Service discovery protocol.

3- Location_based services.

4-Jini

5-Service location ptotocol.

6 -Simple Service discovery protocol.

7 -Universal plug and play.

8- Metadata.

9 -Discard.

10-Mining.

به طور مشخص، ISO/IEC 9075 یک خانواده استاندارد برای زبانِ دادگانِ زبانِ پرس و جوی ساخت یافته (SQL) [1]، زبان بین المللی برای ذخیره/بازیابی/دستکاری داده‌ها در سامانه‌های مدیریت دادگان رابطه‌ای (RDBMS) [2]است. موضوعِ «چهارچوب» در ISO/IEC 9075-1 ، چهارچوب مفهومیِ استفاده شده در قسمت‌های دیگر از ISO/IEC 9075 را، جهت مشخص کردن دستور زبان SQL و نتیجه پردازش جملات در آن زبان را با به‌کارگیری SQL ، شرح می‌دهد. همچنین اصطلاحات و نشان گذاری مورد استفاده در قسمت‌های دیگر ISO/IEC 9075 را نیز تعریف می‌کند. ISO/IEC 9075-2، موضوعِ « اساس» ، ساختار جملات SQL و تأثیر اجرای آنها را مشخص می‌کند. این قسمت از این مجموعه استاندارد، دارای بخش عمده آنچه که افراد به عنوان SQL در نظر می گیرند است. مجموعه‌های ISO/IEC 13249 استانداردهای SQL/ چند رسانه ای هستند – یعنی استانداردهایی که از دستکاری در محتوای تخصصی (مانند متن کامل، سه بعدی، تصویر ثابت و...) در دادگان SQL پشتیبانی می‌کند.

ISO/IEC JTC 1/SC 32 همچنین استانداردهایی را درباره فراداده توسعه داده است. [3]ISO/IEC 11179- جایگاه‌های ثبت فراداده – یک استاندارد بین المللی در ۶ قسمت در مورد قاعده نحوی و بازنمایی داده‌ها و یک جایگاه ثبت برای مدیریت کردن آنها است. ISO/IEC 19763 [4]– چهارچوب کاری فرامدل برای کنش‌پذیری– یک استاندارد بین المللی در ۱۲ قسمت درمورد مدیریت و پیوندهِ مدل‌های مشابه در سرتاسر مدیریت اطلاعات است. ISO/IEC 20944 [5]– کنش‌پذیری و انقیادهای مراکز ثبت فراداده– یک استاندارد بین المللی در ۵ قسمت در رابطه با انقیادها (کدبندی، واسط‌های برنامه‌های کاربردی (APIs) و پروتکل ها) از زبان های برنامه نویسی تا مراکز ثبت است.

۷-۳-۲-۶ مدیریت کد

مدیریت کد فرآیند مدیریت کردن تغییرات در مستندات، برنامه‌ها و سایر اطلاعات ذخیره شده با عنوان فایل‌های رایانه‌ای، در یک سامانه اطلاعاتی است. این فرآیند، همچنین مدیریت کد، واپایش[6] نسخه[7]، واپایش بازنگری[8] یا مدیریت پیکربندی منبع (SCM) [9]نیز نامیده می‌شود. در زمینه شبکه‌های حس‌گر، برنامه‌ها، ممکن است کد، برای الگوریتم‌های پردازش سیگنال که بر روی داده‌های حس‌گر اجرا می‌شوند، باشد. این الگوریتم ها ممکن است نیازمند دسترسی به داده‌های تاریخی حس‌گر، اطلاعات مکان نگاری[10]و انواع دیگر اطلاعات که باید به صورت دوره‌ای به روز رسانی شوند، باشد. وقتی که کد جدید یا فایل‌های داده‌ها ایجاد می‌شوند، آن کد جدید یا

1- Structure query language.

2- Relational database management system.

۳ -مجموعه استانداردهای ملی ایران به شماره ISIRI-ISO-IEC 11179 قسمت های ۱و۲و۴و۵ موجود است.

۴-استاندارد ملی ایران ISIRI-ISO-IEC 19763-1 سال ۱۳۸۸ با منبع بین المللی ISO/IEC 19763-1:2007موجود است.

۵ -مجموعه استانداردهای ملی ایران به شماره ۱۶۸۹۷ قسمت های ۲و۳و۵ موجود است.

6- Control.

7- Version.

8 -Revision.

9 -Source configuration management.

10-Topographic.

فایل‌های داده‌ها باید به *تمام* هستارهایی که آن کد را اجرا می کنند، رانده شوند[1] یا آن کد جدید یا فایل‌های داده‌ها به *تمام* هستارهایی که به اطلاعاتی دسترسی دارند، که حاوی آن فایل‌های داده‌ها هستند، رانده شوند. استفاده از نسخه‌های مختلف از یک قطعه کد، توسط هستارهای گوناگون ممکن است به نتایج پیش بینی نشده-ای در شبکه حس‌گر و خدماتی که فراهم می‌سازند، منجر شود.

۷-۳-۲-۷ همگام سازی زمانی

تعدادی از کارکردها در شبکه حس‌گر، نیاز به خدمت زمانی دارند. پیش از این نیز اشاره شده که داده‌های حس‌گر، هنگامی که مهر زمانی می‌شوند مفیدتر خواهند بود. مهر زمانی، مستلزم همگام سازی میان گره‌های حس‌گر است. همگام‌سازی، همچنین، برای ارتباطات داده، هنگامی که پیوستگی[2] طرح‌های[3] مدوله‌سازی[4] در لایه فیزیکیِ (PHY) [5]پشته پروتکل مورد استفاده قرار می‌گیرند، مورد نیاز است. در جای دیگرِ این استاندارد اشاره شده که یک روش بدست آوردن خدمت زمانی از طریق استفاده از GPS/GNSS است.

IEC 61588:2009 [6]یا IEEE Std 1588-2008 استانداردی برای پروتکل زمان دقیق (PTP)[7] است که می تواند برای همگام‌سازیِ زمانِ دقیق، برای گره‌های حس‌گر مورد استفاده قرار گیرد.

۷-۳-۲-۸ خوشه بندی/ مدیریت گروه

در موارد معینی، در یک شبکه حس‌گر، تقسیم بندیِ گره‌ها به چندین گروه[8]، که خوشه[9] نامیده می‌شوند، صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، در شرایطی که شبکه حس‌گر از گره‌های حس‌گر بسیاری،که در یک منطقه جغرافیایی بزرگ توزیع شده‌اند، تشکیل می‌شود، وجود گروه‌های مجزایی از گره‌هایی که اعضای آنها در مجاورت یکدیگر قرار دارند، کار مناسبی است. از آنجایی که به طور معمول، درجه بالایی از همبستگی[10]در داده خام جمع‌آوری شده توسط حس‌گرها، در چنین گره‌هایی وجود دارد، اعضای هر یک از چنین گروه‌هایی ممکن است یک عضو گروه را به عنوان رأس خوشه[11] انتخاب می‌کند. وظیفه رأس خوشه جمع‌آوری داده خام از گره‌ها در آن گروه/خوشه، پردازش آن داده‌ها و انتقال خلاصه کوتاه و فشرده‌ای از آن داده‌ها به رئوس خوشه‌های دیگر یا دیگر هستارها در شبکه حس‌گر است.

1- Push.

2 -Coherent.

3 -Scheme.

4 -Modulation.

5 -Physical layer.

۶ - استاندارد ملی ایران به شماره INSO-IEC 61588 سال ۱۳۹۱ با منبع بین المللی IEC 61588: 2009 موجود است.

7 -Precision time protocol.

8- Group.

9 -Cluster.

10 -Correlation.

11 -Cluster-head.

خلاصه کوتاه و فشرده‌ای از آن داده‌ها، ممکن است شامل برخی اطلاعات آماری (به عنوان مثال میانگین[۱]، اختلاف[۲]، حدفاصل[۳]، صدک x [۴]، کمینه[۵]، بیشینه[۶]) از داده‌های جمع‌آوری شده در خوشه باشد. این امر بار ارتباطات داده‌ها را کاهش می‌دهد. به طور معمول، ارتباطات در درون یک خوشه در یک شبکه حس‌گر بی‌سیم ساده است و مستلزم مسیریابی نیست، چراکه رأس خوشه قادر است به صورت مستقیم با تمام گره‌ها در خوشه ارتباط برقرار کند. این مسئله موجب محدودیت در اندازه خوشه می‌شود. شعاع خوشه نباید از گستره ارتباطات رادیویی گره‌های حس‌گر بیشتر باشد. رئوس خوشه‌های گوناگون، با یکدیگر و با دیگر هستارها در شبکه – مانند فراهم سازندگان خدمت و کاربران – ارتباط برقرار می‌کنند و اطلاعات را مبادله می کنند. این مبادله‌ها ممکن است از طریق دروازه‌ها، شبکه‌های دسترسی[۷] یا شبکه ستون فقرات[۸] باشد. گسترهِ ارتباطاتِ یبنابین خوشه ای[۹] بیشتر از ارتباطات داخل خوشه‌ای[۱۰] است.رأس خوشه ممکن است همسان[۱۱] با تمام گره‌های دیگر در خوشه باشد یا می‌تواند یک گره خاص قدرتمندتر باشد. در مورد نخست، رئوس خوشه، به منظور ارتباط با رئوس خوشه‌های دیگر یا هستارهای دیگرِ شبکه حس‌گر، به نیروهای انتقال بالاتری نیاز دارد. این موضوع، از طریق واپایش انتقال نیرو، که برای واپایش هم‌بندی نیز، مورد استفاده قرار می‌گیرد، انجام می‌شود که در زیربند ۷-۵-۵ بحث شده‌است. در مورد بعدی، رأس خوشه ممکن است دارای رادیوی قدرتمندتری باشد، که، اجازه ارتباط در فواصل دورتری را، نسبت به فواصل معمولیِ گره‌های حس‌گر، مهیا می سازد.

خوشه بندی/ مدیریت گروه، به نحوه شکل‌گیری و حفظ و نگهداری خوشه‌ها می پردازد. برای بهینه سازی خوشه بندی، کارکرهای عینی[۱۲] مختلفی وجود دارد.درکنار ملاحظات پیرامون اینکه، کدام گره‌های حس‌گر، داده‌های همبسته‌ای دارند و از این رو، برای گروه بندی با یکدیگر، در نظر گرفته می‌شوند، ممکن است ملاحظاتی، درمورد مصرف انرژی برای بیشینه کردن طول عمر شبکه حس‌گر وجود داشته باشد. زمانی که برخی از گره‌های حس‌گر یا رئوس خوشه به هر دلیلی از کار افتند (تمام شدن باتری یا خارج از گستره قرار گرفتن به دلیل سیاربودن)، گام‌هایی برای تعمیر خوشه‌ها و شاید شکل دادن یک خوشه جدید باید برداشته شود. تمام این موارد به وسیله خدمتِ خوشه بندی/ مدیریت گروه ساماندهی می‌شود.

۷-۳-۳ خدمات ویژه دامنه[۱۳]

خدمات ویژه دامنه، از توسعه کاربردها برای بخش های ویژه بازار یا توسعه دامنه‌های کاربرد پشتیبانی می‌کنند. برای مثال، نیازهای امنیتیِ مرتبط به کاربردهای گوناگون، ممکن است بسته به مسایلِ قانونی، فرهنگی، سازمانی

1 -Mean.
2 -Variance.
3 -Median.
4 -X-percentile.
5 -Minimum.
6 -Maximum.
7 -Access network.
8 -Backbone network.
9- Inter-cluster.
10 -Intra-cluster.
11-Identical.
12-Objective functions.
13-Domain specific services.

و اخلاقیِ مرتبط با آن کاربردها، متفاوت باشند. این تفاوت، چگونگی ساماندهی و حفاظتِ ارتباطات داده و اطلاعات مرتبط به آن کاربرد را، تحت تأثیر قرار خواهد داد. همچنین ممکن است انواع ویژه‌ای از پردازش داده، و بازنمود[1] داده‌ها، مورد نیاز یک دامنه کاربرد ویژه باشد. دو دامنه کاربرد مرتبط با آماد[2] و امنیت در شکل ۲ به عنوان مثال نشان داده شده‌است. این مثال‌ها به عنوان فهرست جامعی در نظر گرفته نشده‌اند. دامنه آماد، به دنبال کردن اینکه موارد مشخص کجا قرار دارند، طبقه بندی موارد مشخص و کمیت‌های آنها مانند یک سامانه مدیریت زنجیره تأمین منبع ، می‌پردازد. یک کاربرد مهم در دامنهِ امنیت، تشخیص نفوذ[3]، مانند یک سامانه هشدار سرقت دارای چند حس‌گر است.

۷-۴ لایه کاربرد

۷-۴-۱ مرورکلی

کارکردهای شرح داده شده در زیربند ۷-۴، در میان بسیاری از هستارهای فیزیکی در شبکه حس‌گر، توزیع می-شوند، از جمله گره‌های حس‌گر، فراهم سازندگان خدمت. کاربردِ هر شبکه حس‌گر، به تعداد خدمات فراهم شده توسط لایه خدمت بستگی دارد. (با زیر بند ۷-۳ مقایسه شود).

۷-۴-۲ کاربردها

یک کاربرد شبکه حس‌گر این است که، مطابق با نیازهای کاربر، عملیات‌های[4] افزودن ارزش[5] ، به دادهِ خام یا پردازش شدهِ حس‌گر را انجام دهد، و برون‌دادِ[6] نهایی این عملیات‌ها را، به عنوان یک خدمت برای کاربر، قابل دسترس نماید. تعدادی از خدمات و کاربردهای شبکه حس‌گر تحقق یافته‌اند و بسیاری دیگر همچنان باید زمانی که شبکه‌های حس‌گر به اجرا در می‌آیند، تحقق یابند. مثال‌هایی از کاربرها، شامل کاربردهای دامنه‌های خدماتی از جمله بهداشت و درمان، سامانه‌های حمل و نقل هوشمند (ITS)[7]، پایش[8] محیطی، ارتش، مدیریت زنجیره تأمین و آماد، انرژی و خدمات عمومی[9] ، مانند سامانه‌های شبکه[10] هوشمند هستند.

مدلی برای کاربرد شبکه حس‌گر، می باید، انواع حس‌گرهای موجود برای کاربرد، دقت هریک از انواع حس‌گر، الگوریتم‌های پردازش نشانک[11] (سیگنال)، که داده خام یا پردازش شده حس‌گر را قابل دسترس برای کاربرد می‌سازد– با در نظر گرفتن احتمال از بین رفتن بسته‌ها[12] در مسیرهای[13] ارتباطاتی – و آن داده‌ها را به اطلاعات سطح بالایی که کاربر نیاز دارد، مطابق با الزامات کاربر تبدیل می‌کند را ، تعیین کند.

1- Presentation.
2 -Logistics
3- Intrusion.
4 -Operation.
5 -Value-adding.
6 -Output.
7 -Intelligent transportation system.
8 -Monitor.
9 -Utilities.
10 -Grid.
11 -Signal.
12 -Packet loss.
13 -Path.

۷-۴-۳ عامل نرم افزار

عامل نرم افزار قطعه کدی است که با درجه‌ای از استقلال، (به جای) به عنوان بخشی از کاربرد شبکه حس‌گر یا کاربر عمل می‌کند. کار عامل نرم افزار، به طور معمول، بر مبنای توصیف سطح بالا از آنچه که باید به وسیله کاربرد یا کاربر انجام شود و بدون دستورهای تفصیلی انجام می‌دهد. انواع گوناگونی از عامل‌های نرم افزاری وجود دارند، از جمله عامل‌های هوشمند که برخی از جنبه های آموزشی و استدلالی را ارایه می‌دهند، عامل‌های مستقل، که قابلیت اصلاح روش رسیدن به اهداف خود را، دارند، عامل های توزیع شده، که در ماشین‌هایی که به طور فیزیکی، مجزای هستند، اجرا می‌شوند و عامل های سیار، که می توانند اجرای خود را برروی پردازنده‌های مختلف انتقال دهند.

۷-۴-۴ موتور قواعد

یک موتور قواعد، در هسته مرکزی خود، یک سازوکار یا سامانه نرم افزاری برای اجرای یک یا بیشتر «قواعد کسب و کار[1]»در محیط تولید زمان اجرا است. قواعد کسب و کار ممکن است از مقررات قانونی، خط مشی شرکت و دیگر منابع نشأت بگیرد. این قواعد، جملاتی با سوگیریِ کسب و کار هستند که برخی از تصمیمات کسب و کار را را کدبندی می‌کنند که اغلب به صورت عبارتی بسیار ساده به شکلِ شرطی اگر/سپس می‌باشد. برای مثال، در زمینه کارکردهای یک شبکه حس‌گر برای دامنه‌های خدمات تسهیلات زندگی، قواعد کسب و کاریی وجود خواهد داشت، که میزان هزینه برقی مصرفی را، مبتنی بر شرایط تعریف شده در گستره ای از حس-گرهای مدل درخواست شده و تأمین کننده تعریف می‌کند. مثال دیگر در زمینه حریم داده است. ممکن است یک قانون کسب و کار وجود داشته باشد که مستلزم رمزبندی هویت کاربران سیار در LBS معین است. به بیان دیگر، کاربردهای LBS ممکن است به مکان کاربران سیار در مکان های مشخص، مانند بوت در یک نمایشگاه تجاری، دسترسی داشته باشند، اما به هویت کاربران دسترسی نداشته باشد.

۷-۴-۵ پردازش اطلاعات مشارکتی[2]

یک شبکه حس‌گر ممکن است به شیوه پردازش مرکزی یا پردازش توزیع شده عمل کند. درموردپردازش مرکزی، داده‌ها، چه خام و چه پردازش‌شده، از تمام گره‌های حس‌گر، به یک هستار مرکزی ارسال می‌شود که داده‌ها را پردازش می‌کند و برخی اطلاعات سطح بالا درمورد محیط مشاهده شده توسط شبکه حس‌گر را، از آن استنتاج می‌کند. این امر می تواند به صورت تصمیمی درمورد برخی از پدیده های اساسی باشد، برای مثال وجود نیروهای مخالف یا فقدان آن که در زیربند ۷-۲-۲شرح داده شده است و مسُله فرض آزمون یا تشخیص نامیده می‌شود، یا تخمین برخی از موارد تصادفی پیوسته، مانند حوزه تصادفیِ درجه حرارت آب در برخی مناطق اقیانوس که نوعی مشکل تخمین است، این فرآیند ترکیب داده نامیده می‌شوند، صرف نظر از اینکه آیا تمام حس‌گرها از یک نوع مشابه هستند و یا حس‌گرهایی با کیفیت های متفاوت – مانند کیفیت های آکوستیکی، ارتعاشی و نوری – دخیل هستند. درمورد پردازش متمرکز، ترکیب داده در هستار مرکزی رخ می‌دهد. در موارد توزیع شده، هیچ هستار مرکزیی وجود ندارد که تمامی داده‌ها را دریافت و پردازش کند. درعوض، گره‌های

1 -Business engine.
2 - Collaborative.

حس‌گر اطلاعات را با همسایگان خود تبادل می‌کنند، داده‌هایی را ترکیب می‌کنند و این چرخه چندین بار، تا همگرا شدن تصمیمات/تخمین ها تکرار می‌شود. این فرآیند پردازش اطلاعات مشارکتی نامیده می‌شود. در این مورد هر گره حس‌گر ممکن است آن تخمین/تصمیم نهایی یا حداقل برخی از اطلاعات سطح بالا را، درمورد اطرافش، مبتنی بر، نه تنها سنجش‌های حس‌گر خودش، بلکه داده‌هایی که از دیگر گره های حس‌گر دریافت کرده، استنتاج می‌کند.

طراحی یک شبکه حس‌گر که به روش متمرکز عمل می‌کند ساده‌تر است، اما بار ارتباطات داده‌ها بیشتر است و یک نقطه منفرد، برای شبکه وجود خواهد داشت یعنی، درصورتی که هستار پردازش‌گر مرکزی با خرابی [1]مواجه شود، کل شبکه خراب می‌شود. طراحی یک شبکه حس‌گر که به صورت توزیع شده عمل می‌کند دشوارتر است، چراکه تصمیم گیری درمورد اینکه چه اطلاعاتی باید با همسایگان تبادل شود و این‌که داده‌ها چگونه پردازش ، شوند تا تصمیمات/ تخمین‌ها به خوبی عملیات متمرکز باشند و یا حداقل مفید باشند، آسان نیست. به هر صورت، یک شبکه حس‌گر توزیع شده، درصورتی که برخی از گره‌های حس‌گر یا هستارهای دیگر در شبکه حس‌گر توزیع شده، با خرابی مواجه شود تنزل می‌یابد. همچنین طراحی‌های ترکیبی نیز وجود دارند که تمام داده‌های تولید شده توسط گره‌های حس‌گر در یک خوشه یا منطقه جغرافیایی برای یک گره رده بالاتر یا رأس خوشه ارسال می‌شود و در آنجا «ترکیب» می‌شود و سپس رئوس خوشه، داده‌های خود را به روشی توزیع شده پردازش می‌کنند.

با وجود اینکه بحث پیرامون پردازش داده توزیع شده در مقابل پردازش داده متمرکز، در «لایه کاربرد» ظاهر می‌شود، کارکردها و عملیات‌های ذکرشده پیشین نیاز ندارند که به صورت انحصاری در این لایه رخ دهند. برخی از این کارکردها و فعالیت ها تحت لایه کارکردهای پایه یا لایه خدمت رخ می‌دهند.

۷-۵ مدیریت لایه میانجی

۷-۵-۱ مرورکلی

کارکردهای بسیاری در یک شبکه حس‌گر وجود دارند که در لایه‌های کارکردی گوناگون گسترش یافته‌اند که در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. مدیریت لایه میانجی به مدیریت کردن چنین کارکردهایی می‌پردازد.

۷-۵-۲ مدیریت افزاره

این هستار افزاره‌های دربرگیرنده یک شبکه حس‌گر را مدیریت می‌کند. مدیریت افزاره به طور عمده برای دروازه-ها و گره‌های حس‌گر به‌کار می‌رود. شاید مهمترین منبعی که در یک گره حس‌گری که به وسیله باتری عمل می‌کند، می باید مدیریت شود، نیروی باتری است. گره حس‌گر ممکن است دارای سازوکار خواب باشد که گره حس‌گر را وادار می‌کند بیشتر مواقع درحالت خواب باشد و گه‌گاه برای حس‌کردن محیط، پردازش داده‌های خام حس‌گر و انتقال آن به برخی از هستارهای دیگر، پردازش داده و زیربندهای[2] پردازش اطلاعات مشارکتی «شروع به کار (بیدار)» کند. گزینه دیگر برخط ماندنِ[3] همیشهِ حس‌گری با نیاز به نیروی کمتری است، که برای

1-Failur.

2 -Subclauses.

3 -Stay on.

تشخیص شروع رویدادهای مورد توجه و نیز بیدارکردن حس‌گرهای تواناتر، برای حس دقیق تر محیط و «سنجش» رویداد است. به طور طبیعی، این حس‌گرها پس از پایان یک رویداد به خواب می‌روند، درحالی که حس‌گر با توانایی کمتر برخط می‌ماند. مفهومی مشابه ممکن است در ارتباط با رادیوی مورد استفاده در یک گره حس‌گر بی‌سیم مورد استفاده قرار می‌گیرد، چراکه مصرف اندازه نیرو رادیوها در حالت انتظار، تقریبا به همان اندازه مصرف نیروی رادیوها، در حالت های انتقال و دریافت است. ممکن است رادیوی ساده‌ای وجود داشته باشد که به صورت مداوم امواج رادیویی را پایش می‌کند و در جستجوی پیام‌های «درخواستِ ارسال» از دیگر افزاره-هایی است که خواستار ارتباط با گره حس‌گر هستند، است. برای تشخیص چنین پیامی، رادیوی ساده ممکن است یک پیام «پاک برای ارسال[1]» را برای یک رادیوی قدرتمندتر ارسال کرده و آن را جهت دریافت پیام از افزاره انتقال دهنده، بیدار کند.

گذشته از برنامه های زمان‌بندی مدیریت خواب، مدیریت کنندهِ افزاره در یک گره حس‌گر دارای قابلیت تنظیم سرعتی[2] است که براساس آن حس‌گرها محیط را حس می‌کنند. مدیریت کنندهِ افزاره، همچنین دیگر هستارها، مانند پردازش داده را در یک گره حس‌گر مدیریت می‌کند. برخی مواقع پردازش داده خام حس‌گر در گره و سپس انتقال داده پردازش شده به هستارهای دیگر از نقطه نظر مصرف انرژی ارزان تر خواهد بود. در مواقع دیگر، ممکن است روش دیگری نیز وجود داشته باشد. همه این موارد به میزان انرژی مورد نیاز توسط هر گزینه بستگی دارد. همچنین جنبه دیگر مدیریت افزاره، واپایش توان انتقال رادیویی است که در گوشی های موبایل[3] انجام می‌شود.یک گره حس‌گر، که با گره یا افزارهِ دیگری که نزدیک به گره حس‌گر بوده و درحال ارتباط است، باید توان انتقال خود را تا سطحی پایین آورد که برای افزاره دیگر، که انتقال‌ها را می‌پذیرد، کافی باشد. این امر مصرف نیرو را در انتقالِ گره حس‌گر و همچنین تداخل بسامد رادیویی (RF) [4] درارتباطات رادیویی دیگر کاهش می دهد. به هر جهت این جنبه، اگر تحت پوشش کارکردهای پشتیبانی ارتباطات قرار نگیرد (با زیربند ۷-۳-۲-۲ مقایسه شود)، یکی از، تعداد زیادی از کارکردهای پشتهِ پروتکلِ شبکه بندیِ مورد استفادهِ شبکه حس‌گر است که فراتر از دامنه کاربرد این استاندارد است.

درمورد گره های حس‌گر سیار، مدیریت کنندهِ افزاره، حرکات گره‌ها را واپایش می‌کند. برخی از این حرکات مستقل هستند به این معنا که گره خود تصمیم می‌گیرد که به کجا حرکت کند. حرکت های دیگر توسط هستارهای دیگر شبکه حس‌گر، مانند هستار مدیریت منبع هدایت می شوند (با زیربند ۷-۵-۳مقایسه شود).

دروازه‌ها نیز به مدیریت نیاز دارد. یک دروازه به عنوان یک مترجم[5] عمل می‌کند. دروازه قادر به برقرار ارتباط از طریق تعدادی از پروتکل های شبکه بندی با گره های حس‌گر، و از طریق مجموعه ای از پروتکل ها با شبکه‌های دسترسی یا شبکه ستون فقرات است. یک دروازه باید قادر به برقراری ارتباطات با یک گره حس‌گر از طریق هریک از پروتکل هایی که چنین ارتباطاتی را پشتیبانی می‌کند، باشد. دانستن اینکه از کدام پروتکل، گره حس‌گر استفاده می‌کند ممکن است یک اولویت نباشد، گره حس‌گر ممکن است به آن سوی گسترهِ دروازه

1 -Clear to send.
2 -Rate.
3 -Cell phone.
4 -Radi frequency.
5 -Translator.

حرکت کند و همچنین،گره های حس‌گر جدیدی، یک شبکه حس‌گر متفاوت، ممکن است به سوی نزدیک به دروازه حرکت کنند و خواستار استفاده از آن برای ارتباط با «شبکه‌های دیگر» باشند (با زیربند ۷-۳ مقایسه شود). یک دروازه باید قادر به ساماندهی تمام این موقعیت ها باشد.

۷-۵-۳ مدیریت منبع

مدیریت منبع به مدیریت کردن گروه بسیاری از هستارهای کارکردی و فیزیکی در سرتاسر شبکه حس‌گر و دیگر هستارهای پشتیبان، و نه فقط یک افزاره، مانند مورد مدیریت افزاره، می‌پردازد. مدیریت منبع برهم‌کنش میان چنین هستارهایی را مدنظر قرار می دهد. برای مثال، مدیر منبع، برای کل شبکه حس‌گر، می تواند نسبت به کاهشِ فعالیت حس کردن، در منطقه جغرافیایی مشخصِ تحتِ پوششِ شبکه حس‌گر، و افزایش فعالیتِ دیگرِ مناطق، تصمیم‌گیری کند. همچنین، به طور متناوب، واپایش مقدار داده‌هایی را که گره‌های حس‌گر معینی، تولید می‌کنند و انتقال می‌دهند، به دلیل تراکم در خطوط ارتباطات داده، چه سیمی و چه بی‌سیم، یا تنزل کانال‌های[1] رادیویی، ضروری است. سپس آن گره‌های حس‌گر برای تنظیم سرعتی که در آن سرعت ، محیط را حس می‌کنند یا داده را انتقال می دهند هدایت می‌شوند. در نهایت، در ساده ترین مورد ممکن است از یک گره حس‌گر خواسته شود تا بسیاری از سنجش ها را به صورت مجموع درآورد و یک مقدار را به جای تمام سنجش های خام حس‌گر ارسال کند.

جنبه دیگر، گستردن طول عمر شبکه حس‌گر تا حد امکان است. پس گره های حس‌گری که نیروهای باتری آنها به طور بحرانی پایین است، باید تا زمانی و حدی که ، باتری های آنها در نتیجه شارژ مجدد ماندگار[2] یا برخی از ابزارهای برداشت انرژی، شارژ مجدد نشده‌است، برای کاهش فعالیت هایشان یا حتی رفتن به حالت خواب[3] هدایت شوند. این امر حرکت دادن برخی از حس‌گرهای سیار را به مناطقی که در آن گره های حس‌گر درحال از بین رفتن هستند را ضروری می‌کند. زمانی که گره‌های حس‌گر سیار در دسترس هستند، مدیر منبع دارای قابلیت هدایت گره‌ها برای حرکت به مناطقی است که پیش از، این تحت نظارت شبکه حس‌گر نبوده‌اند. تصمیم گیری برای هر حرکتی نیز ممکن است تحت تأثیر سنجش‌های حس‌گر به روش داده محور قرار گیرد.

به طور خلاصه، هستار مدیریت منبع دارای دید کلی به تمام شبکه حس‌گر است و اغلب بهینه سازی های لایه میانجی را برای رسیدن به تصمیمات مدیریت و تخصیص منبع اجرا می‌کند.

۷-۵-۴ مدیریت خدمت

این هستاربه ثبت خدمت، شرح خدمت، تحلیل خدمت می‌پردازد و صف پردازش خدمت را پشتیبانی می‌کند.

۷-۵-۵ مدیریت شبکه

این هستار به مدیریت ارتباطات در شبکه حس‌گر و میان شبکه حس‌گر و فراهم‌سازنده خدمت و کاربران از طریق دروازه‌ها، شبکه‌های دسترسی و شبکه ستون فقرات می.پردازد. این هستار در ارتباط با مدیریت شبکه‌های دسترسی یا شبکه ستون فقرات که دارای هستارهای مدیریتی مربوط به خودشان هستند، نیست. اگرچه

1 -Channel.
2 -Inherent.
3 -Hibernation.

اطلاعات، درمورد وضعیت آن شبکه‌ها، در مدیریت شبکه حس‌گر مدنظر قرار گرفته می‌شود. بنابراین، تمرکز این هستار برروی مدیریت شبکه حس‌گر است.

مدیریت شبکه حوزه وسیعی است و جنبه های زیادی از یک شبکه می‌باید مدیریت شوند. مثال ها در این زمینه شامل مدیریت هم‌بندی، مدیریت جدول مسیریابی، مدیریت عملکرد و مدیریت پیکربندی هستند. واپایش هم-بندی در شبکه حس‌گر، بیان می‌کند که کدام گره‌های حس‌گر با کدام گره حس‌گر معین ارتباط برقرار کنند، ولو اینکه ممکن است گره های دیگری وجود داشته باشند که می توانند گره حس‌گر معین را «بپذیرند[1]». این مسئله به طور خاص در شبکه‌های حس‌گر توری و تک کاره بی‌سیم از اهمیت برخوردار است، چراکه پیچیدگی پیام‌های مسیریابی را کاهش می دهد. یک رویکرد درمورد واپایش هم‌بندی ساخت یک پشتیبان اصلی در شبکه حس‌گر است. پشتیبان اصلی به‌طور معمول، دارای ساختار درختی است که نشان می دهد مسیر میان هر دو گره منحصر به فرد است و از این رو مسیریابی بدیهی[2] می‌شود. به هر جهت، با ساختار درختی، درصورتی که، هریک از پیوندهها شکست بخورد شبکه گسسته می‌شود. از این رو، درنظر گرفتن هم‌بندی‌های شبکه دیگر و معرفی برخی از افزونگی ها در انتخاب مسیرها میان هر جفت گره ارزشمند است.

مسیریابی در شبکه‌های حس‌گر توری و تک کاره بی‌سیم جالب توجه‌تر می‌شود، چراکه مسیرها اغلب می شکنند و یافتن مسیرهای دیگر نیاز است. متون بسیار زیادی درمورد این موضوع و پروتکل‌های مسیریابی بسیار بسیار زیادی برای شبکه‌های توری و تک کاره، با قابلیت سیار بودن و یا بدون این قابلیت ارایه شده‌اند.

مدیریت عملکرد در یک شبکه حس‌گر نسبت به یک شبکه ارتباطی جالب توجه‌تر و چالش برانگیزتر است، چراکه شبکه حس‌گر نه تنها دارای جنبه های ارتباطاتی است، بلکه دارای مسائل استنتاج و پردازش سیگنال است. به طور اساسی، ارتباطات تنها ابزاری برای شبکه حس‌گر است تا آنچه را که ملزم به انجام آن است را انجام دهد. اولین وظیفه در مدیریت عملکرد شبکه حس‌گر، تعریف اندازه‌های عملکرد مناسب و مشخص کردن نحوه اندازه گیری آنها است. این وظیفه به پایش سامانه مرتبط است (با زیربند ۷-۵-۱۱ مقایسه شود). زمانی که مشکلاتی در مورد تنزل در عملکردِ شبکه حس‌گر تشخیص داده شود، اقدام اصلاحی تا اندازه ای که برای اصلاح آن مشکلات امکان پذیر باشد اتخاذ می‌شود.

مدیریت پیکربندی، موردی کلی تر در رابطه با SCM است (با زیربند ۷-۳-۲-۶ مقایسه شود). این مورد به اصلاح نحوه رفتار گره‌های حس‌گر و هستارهای دیگر از جمله دروازه‌ها جهت برآورده کردن اهداف مشخص شبکه بندی می‌پردازد.

۷-۵-۶ مدیریت امنیت

امنیت، در شبکه‌های حس‌گر، مانند شبکه‌های ارتباطی، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. امنیت در یک شبکه حس‌گر، از اهمیت قابلیت‌های به‌راه‌اندازی، در هر سامانه واپایش صنعتی، مهم‌تر است. هر نوع لغزش در

1 -Hear.
2 -Trivial

امنیت که واپایش راه‌اندازها را به افراد غیر مجاز[1] که به طور احتمالی دارای اهداف خراب‌کارانه[2] هستند واگذار می‌کند، می تواند پیامدهای ویرانگر داشته باشد.

مدیریت امنیت به اصالت سنجی[3]، اجازه[4]، قابلیت دسترس پذیری و حتی امنیت مسیریابی می‌پردازد. بیشتر این مفاهیم در دامنهِ فناوری اطلاعات (IT) [5] به خوبی محقق شده‌اند و در این استاندارد، به جز درمورد اصالت سنجی[6] شرح داده نخواهد شد. تایید[7] اصالت[8] گره‌های حس‌گری که اجازه اتصال به شبکه حس‌گر را پیدا می-کنند و تضمین اینکه فقط کاربران مجاز ، اجازه دسترسی به حس‌گرها و دسترسی به داده‌هایی که از طریق فراهم سازندگان خدمت مجاز تولید می شوند را، دارند، امری حیاتی است. اصالت سنجی کاربر، فرآیند پیوند دادن یک فرد با هویت منحصر به فرد کاربر است. کلمات عبور یا اشکال پیچیده‌تر اصالت‌سنجی کاربرشامل چندین عامل، به صورت متداول برای واپایش دسترسی کاربر مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک گره حس‌گر باید پیش از آنکه در شبکه حس‌گر ثبت شود به صورت هویت منحصر به فردی، شناسایی شود.

باید توجه شود که شبکه‌های حس‌گر اغلب محدودیت منبع تغذیه دارند. بنابراین، راه حل های امنیتی باید «lite» باشد. این راه حل های امنیتی، باید به آسانی به اجرا درآیند و مستلزم حداقل عملیات دستی و تا حدی که امکان دارد مبتنی بر استانداردهای امنیتی موجود، باشند. ISO/IEC 27001:2005 [9]الزامات برای برپاسازی، اجرا، عملیات، پایش، بررسی، حفاظت و بهبود یک سامانه مدیریت امنیت اطلاعات مستند را در زمینه خطرات تجاری کلی یک سازمان مشخص می‌کند. این استاندارد الزامات اجرای واپایش‌های های امنیتی که مطابق با نیازهای سازمان‌های منفرد یا بخش هایی از آن است را، مشخص می‌کند. ISO/IEC 27002:2005 [10]دستورالعمل ها و اصول کلی برای فعال‌گری، اجرا، حفاظت و بهبود مدیریت امنیت اطلاعات در یک سازمان را برقرار می‌کند. اهداف طرح شده راهنمای کلی در مورد اهداف پذیرفته شده متداول مدیریت امنیت اطلاعات را فراهم می‌سازد.

۷-۵-۷ مدیریت حریم[11]

داده‌های مشخصی، در یک شبکه حس‌گر ممکن است خصوصی/ شخصی[12] باشد. مثال های بسیاری از چنین داده‌هایی در دامنه‌های نظامی وجود دارند. حتی در کاربردهای تجاری، نیاز به حافظت از حریم داده‌های مشخصی است. برای مثال، با ازدیاد گوشی‌های هوشمند که با گستره‌ای از حس‌گرها تجهیز شده‌اند، استفاده از

1-Unauthorized.

2-Malice.

3- Authentication.

4 -Authorization.

5- Information technology.

6-Authentication.

7-Confirm.

8-Authencity.

۹ -استاندارد ملی ایران ایزو ای ای سی ۲۷۰۰۱ سال ۱۳۸۷ نگارش شده است.

۱۰ - استاندارد ملی ایران ایزو ای ای سی ۲۷۰۰۲ سال ۱۳۸۷ نگارش شده است.

11 - privacy.

12 -Private.

این گوشی های برای نظارت محیطی محتمل است. حس‌گرها در گوشی ها می توانند شاخصه‌های[۱] فیزیکی گوناگون را بسنجند و آنها را به مرجع[۲] مرکزی ارسال کنند. داده‌هایی را که گوشی‌ها جمع‌آوری می‌کنند و مکان‌هایی را که در آن داده‌ها جمع آوری می‌شوند، خصوصی نیستند. اگرچه، هویت مالک گوشی هوشمند خصوصی است، چراکه درغیر این صورت فرد دیگری می تواند حرکات[۳] صاحب گوشی را دنبال کند. به صورت کلی‌تر، انواع دیگر از داده‌ها وجود دارند که تحت رده[۴] اطلاعات قابل شناسایی شخصی (PII)[۵]قرار می گیرند که نیاز است خصوصی باقی بمانند.

این هستار درمورد رمزبندی[۶]، مدیریت کلید و حفاظت حریم در یک شبکه حس‌گر است. در برخی موارد رمزبندی باید انتها به انتها[۷] باشد. در موارد دیگر، حریم داده‌ها باید در هستارهای مشخصی در معماری کلی محافظت شوند.

دقیقاً مانند مدیریت امنیت (با زیربند ۷-۵-۶ مقایسه شود)، روش‌های حفاظت حریم داده‌ها در شبکه‌های حس‌گر باید «lite» باشد. ISO/IEC 29192 یک استاندارد بین المللی در چندین قسمت است که رمزنگاری سبک[۸] را برای اهداف محرمانگی[۹] داده‌ها، اصالت‌سنجی، شناسایی، سلب انکار[۱۰] و تبادل کلید داده مشخص می کند. رمزنگاری سبک به طور ویژه برای محیط‌های محدود مناسب است. محدودیت‌هایی که به طور عادی وجود دارند می‌توانند سطح تراشه، مصرف انرژی، اندازه کد برنامه و اندازه حافظه دسترسی تصادفی (RAM) [۱۱]، پهنای باند ارتباطی و زمان اجرا هستند. حقیقت این است که تمام این محدودیت‌ها درمورد حس‌گرهای به‌کاربرده شده در جنگل‌ها، صحراها و غیره برای پایش محیطی به‌کار می‌روند. هدف از ISO/IEC 29192 مشخص کردن سازوکارهای استانداردشده‌ای است که برای کاربردهای رمزبندی سبک شامل دنباله‌های شناسایی بسامد رادیویی (RFID)، کارت های هوشمند (برای مثال کاربردهای بدون تماس)، باتری های امن، سامانه‌های های بهداشت و درمان (برای مثال شبکه های بدن)، شبکه های حس‌گر و غیره به‌کار برده می‌شود.

ISO/IEC 29100 چهارچوب کاری سطح بالا برای حفاظت از PII در سامانه‌های های فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)[۱۲]فراهم می‌سازد. (این استاندارد دارای ماهیت کلی است و جنبه های سازمانی، فنی و پودمانی را، در چهارچوب کاریِ حریمِ کلی، که برای کمک کردن به سازمان‌ها، برای تعریف الزامات حراست از حریم مرتبط با PII ،در یک محیط ICT در نظر گرفته شده اند را، در برمی گیرد.) :

1- Attribute.
2 -Authority.
3- Movement.
4-Category.
5 -personally identifiable information/
6- Encryption.
7-End-to-end.
8 -lightweight crypyogeraphy.
9- Confidentiality.
10- Non repudiation.
11- Random access memory.
12- Information and telecommunication technology.

این استاندارد، در چارچوب کاریِ حریم کلی که به منظور کمک به سازمان‌ها در تعریف الزامات حراست حریم-شان مرتبط به PII و فضای ICT، در جنبه های پودمانی و فنی و سازمانی ، در ماهیت و مکان کلی است.

(i) مشخص کردن اصطلاحات حریم متداول،

(ii) (ii) تعریف عامل ها و نقش آنها در پردازش PII،

(iii) (iii) توصیف الزامات حراست حریم شخصی و

(iv) (iv) ارجاع اصول حریم شخصی شناخته شده

۷-۵-۸ مدیریت ایمنی

تضمین اینکه یک شبکه حس‌گر ایمنی سرمایه های افراد را به خطر نمی اندازد از اهمیت برخوردار است. تا حدی مشخص است که فعال‌گرها از نظر ایمنی ایمنی حایز اهمیت هستند و می توانند به افراد صدمه بزنند یا موجب زیان قابل توجه به سرمایه شوند (با زیربند ۷-۵-۶ مقایسه شود). یک شبکه حس‌گر از نظر ایمنی، به جهت احتمال از دست دادن تشخیص رویدادهای مهم یا ایجاد هشدارهای نادرست شود، حایز اهمیت است. درصورتی که مجموعه حس‌گرهایی پایش‌گر بر سلامت فیزیولوژیکی یک بیمار ، یا یک آتش‌نشان که وارد یک ساختمان درحال سوختن می‌شود آغاز یک حمله قلبی را از دست دهند، موردی آشکار برای نگرانی است. از سوی دیگر، یک هشدار نادرست ممکن است موجب آغاز برخی از پاسخ‌ها را که دارای مفاهیم ایمنی باشند، شود. مدیریت ایمنی در سامانه های واپایش صنعتی کاملاً مهم است.

۷-۵-۹ مدیریت کسب و کار

این هستار با جنبه های کسب و کار یک شبکه حس‌گر مانند حسابداری در ارتباط است. این هستار به اینکه کدام خدمات شبکه حس‌گر، برای هر کاربر فراهم می‌شود، و جزئیات استفاده را دنبال می‌کند. بنابراین کاربر به طور مناسب ثبت (صورتحساب) می‌شود. به طور طبیعی این روند شامل نگهداری از سوابق الکترونیکی نیز می-شود.

۷-۵-۱۰ مدیریت QoS

مفهوم کیفیت خدمت (QoS) به خوبی در ارتباطات تصویری و ویدئویی درک می‌شود. در ارتباطات تصویری کاربر ممکن است خواستار عمق و وضوح پیکسل مشخص یا عامل کیفی مشخصی که توسط طرح[1] کدبندی تصویر استفاده می‌شود، مانند روش کدبندی گروه متخصصان عکاسی مشترک (JPEG)[2]باشد. در ارتباطات ویدئویی، کاربر ممکن است ، علاوه بر عمق و وضوح پیکسل و کیفیت ویدئویی رمزبندی شده، خواستار سرعت قاب مشخصی و تأخیر انتقال انتها به انتها باشد. برای مثال، کاربر ممکن است خواستار بهترین کیفیت تصویر ممکن، صرف نظر از اینکه تا چه مدت بدست آوردن آن تصویر، زمان می برد، باشد.

تقاضای سطح معینی از QoS یک چیز است و مقررات آن سطح از QoS چیز دیگر! مورد آخر درمورد ارتباطات نقطه به نقطه از طریق یک پیوندهِ منفرد و کانال[3] ارتباطی شناخته شده آسان است، اما زمانی که ارتباطات از

1-Scheme.

2- Group expert photographical expert.

3- Channel.

طریق یک شبکه هستند پیچیده‌تر می‌شود. در مورد آخر، الزام QoS باید برای الزامات در لایه‌های گوناگون پشته پروتکل، برای تمام گره‌هایی که در مسیر ارتباطی از منبع به مقصد هستند نگاشت شود. الزاماتی در لایه PHY (مانند سرعت انتقال و نرخ خطای بیت)، لایه دسترسی به محیط (MAC)[1](سرعت یک گره برای استفاده از کانال)، لایه انتقال (برای مثال پروتکل کنترل انتقال (TCP) [2]و پروتکل بستک کاربر (UDP)[3])، لایه مسیریابی و لایه کاربرد (کیفیت نشانک تصویر/ویدئو در نقطه کسب و شدت فشرده شدن آن) خواهد بود. انجام و ضمانت یک شبکه ستون فقرات سیمی دشوار است. این امر زمانی سخت‌تر می‌شود که پیوندهای هوایی (بی‌سیم) در مسیر باشند و در مورد شبکه های تک کاره سیار و توری بی‌سیم بسیار چالش برانگیز است. به این دلیل است که مشکلات بسیاری، در فراهم ساختنِ مقررات QoS ،در یک شبکه، که همچنان باز است وجود دارد و حوزه بازی را برای تحقیق و توسعه فعال باقی می گذارد.

شبکه های حس‌گر ممکن است از دوربین‌های تصویر/ویدئو استفاده کنند، اما ممکن است آرایهِ وسیعی از انواع دیگر حس‌گرها، مانند حس‌گرهای آکوستیکی، ارتعاشی، درجه حرارت، رطوبت، نور، مادون قرمز و گاز نیز وجود داشته باشند. تعریف کیفیت سنجش در نقطه کسب داده که به وسیله این حس‌گرها به وجود می‌آیند ساده است. سپس می‌باید با مشکلات مرتبط با ارتباط از طریق شبکه، که پیش از این شرح داده شد پرداخته شود. اگرچه درمورد شبکه‌های حس‌گر، QoS در سطح بالاتری، توسط لایه‌های کاربرد و خدمت شبکه حس‌گر تعریف می‌شود. برای مثال موقعیتی درنظر گرفته می‌شود که در آن انواع بسیاری از حس‌گرها در راستای مرز میان دو کشور برای یک کاربرد پایشی مرزی به‌کار گرفته شده‌است. کاربر به اینکه چه نوع داده از دوربین های نظارتی[4] ویدئویی، حس‌گرهای آکوستیکی و حس‌گرهای ارتعاشی دریافت شده است اهمیتی نمی‌دهد. چیزی که برای کاربر از اهمیت برخوردار است ضمانت این است که احتمال تشخیص رخنه در مرز توسط یک نفوذی بالاتر از سطح معینی است، درحالی که احتمال هشدار نادرست برای مواجهه با حمله[5] پایین‌تر از سطح معین دیگری باشد. بنابراین، QoS تنها به کسب داده و ارتباطات بستگی ندارد، بلکه به نحوه پردازش داده بستگی دارد. بنابراین، نیاز به یک گام اضافی برای نگاشت الزامات QoS در لایه کاربرد شبکه حس‌گر، به الزامات در لایه خدمت، و سپس، الزامات درمورد اینکه، چه کیفیت داده‌ای، برای هر حس‌گر، توسط الگوریتم های پردازشی، مانند بستک‌های[6] پردازش اطلاعات مشارکتی و پردازش داده وجود دارد. انجام این کار در مورد پردازش مرکزی داده‌ها، نسبت به زمانی که الگوریتم توزیع شده برای پردازش سنجش‌های حس‌گر مورد استفاده قرار می گیرد، آسان‌تر است. جنبه دیگر منطقه تحت پوشش شبکه حس‌گر است.در مورد حس‌گرهای سیار، کاربر ممکن است بخواهد منطقه تحت پوشش را شبکه حس‌گر را تغییر دهد و برروی مناطق دیگر برای پایش متمرکز شود. این موضوع ممکن است به عنوان سنجش QoS نیز درنظر گرفته شود.

1- Media access control.

2- Transmission control protocol.

3 -User datagram protocol.

4- Surveillance

5 -Border breach

6- Block.

به طور خلاصه مفهوم QoS در شبکه‌های حس‌گر، نسبت به نقطه متناظر خود در ارتباطات و شبکه بندی بیشتر در نظر است.

۷-۵-۱۱ پایش سامانه

پایش بر سامانه درمورد پیگیری بی درنگ نحوه عملکرد هستارهای شبکه حس‌گر است. هدف از آن تشخیص خرابی در شبکه است. پایش سامانه، مستلزم مقررات برخی از حس‌گرهای ویژه است که خرابی در هستارها را تشخیص می‌دهند. روش دیگر تشخیص خرابی‌ها، از طریق استنتاج است. برای مثال، اگر حس‌گر درجه حرارت، مواردی را گزارش دهند، که در یک زمان مشخص، برای یک مکان مشخص، غیرعادی هستند یا به مدت زمان طولانی برروی برخی مقادیر باقی مانده باشد، عامل پایشی، به این استنتاج خواهد رسید که حس‌گر به طور احتمالی خراب شده است. اقدامات اصلاحی در پاسخ به مولفه‌ای خراب شده، تا اندازه ممکن انجام می‌شود.

کتابنامه

[1] ISO/IEC 29182-1, Information technology — Sensor networks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA) — Part 1: General overview and requirements

[2] ISO/IEC 29182-3, Information technology — Sensor networks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA) — Part 3: Reference architecture views

[3] ISO/IEC/IEEE 21450, Information technology – Smart transducer interface for sensors and actuators – Common functions, communication protocols, and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) formats [IEEE 1451.0]

[4] ISO/IEC/IEEE 21451 (all parts), Information technology – Smart transducer interface for sensors and actuators [IEEE 1451.x]

[5] ISO/IEC 9075-1:2011, Information technology — Database languages — SQL — Part 1: Framework (SQL/Framework)

[6] ISO/IEC 9075-2:2011, Information technology — Database languages — SQL — Part 2: Foundation (SQL/Foundation)

[7] IEC 61588:2009(E), Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems [IEEE Std 1588-2008]

[8] ISO/IEC 27001:2005, Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements

[9] ISO/IEC 27002:2005, Information technology — Security techniques — Code of practice for information security management

[10] ISO/IEC 29192 (all parts), Information technology – Security techniques – Lightweight cryptography

[11] ISO/IEC 29100:2011, Information technology — Security techniques — Privacy framework