

# Context Awareness & Pervasive Computing: Arquitectura lógica de un sistema perceptivo al contexto de un usuario

Alfredo Barrientos

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas  
Lima, Perú, Monterrico- Santiago de Surco

Julissa E. Calderón

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas  
Lima, Perú, Monterrico- Santiago de Surco

Stephanie Mujica

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas  
Lima, Perú, Monterrico- Santiago de Surco

## RESUMEN

Los Sistemas Perceptivos del Contexto son capaces de reconocer y anticipar proactivamente a necesidades próximas del usuario teniendo en cuenta intereses, ubicación y proximidad, incluso sin necesidad de comunicárselo de manera explícita. Esto gracias al aprovechamiento de las redes sociales como la herramienta de “Inteligencia de Negocios” que permitirá no sólo conectar a los consumidores con las marcas sino también para entender a los clientes finales y con ello desarrollar productos y servicios especializados. Context Awareness se apoya de los Sistemas de Posicionamiento Global (GSP) quienes facilitan servicios basados en la ubicación del usuario para la creación de soluciones contextuales. Diversas arquitecturas son propuestas para el desarrollo de soluciones contextuales sin embargo carecen de ubicuidad, lo que limita la aplicabilidad de las mismas. Este estudio propone una arquitectura lógica para un Sistema Perceptivo del Contexto que permita agilizar la fase de desarrollo reflejando los niveles de dependencia entre componentes hardware y software. A modo validación se proponen escenarios aplicativos que consumen los servicios y dominios propuestos en la arquitectura con ayuda del procesamiento de los sensores y dispositivos inteligentes del mercado móvil. De esta manera, el estudio mejora el desarrollo de los Sistemas Inteligentes.

**Palabras Claves:** Context Aware, Context Awareness, Pervasive Computing, Ubiquitous Computing, Smart Space, Contextual Services, Contextual Enriched Services, Taxonomía de La Información Contextual.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías Context Awareness afectarán \$96 mil millones del gasto anual de los consumidores en 2015, estimándose que el 15% de todas las transacciones realizadas con tarjetas de crédito se den gracias a la información contextualizada. Gartner

señala que casi la mitad de los usuarios de teléfonos inteligentes del mundo (40%) se suscribirán a un servicio que realice seguimiento a sus actividades, esto representa aproximadamente 720 millones de dólares de los consumidores potenciales, menos del 10 por ciento de la población mundial total. Context Aware Computing (CAC) es el método que permite construir sistemas capaces de reconocer y percibir el mundo real a través de sensores digitales para reaccionar ante estos [1].

CAC es un estilo de computación que utiliza la información del mundo real, sobre las personas, lugares y cosas para anticiparse a las necesidades inmediatas y de forma proactiva ofrecer contenido consciente y enriquecido. Este estilo de computación se convierte en una solución integrada de amplias soluciones contextualizadas al mercado durante los próximos cinco años, así lo mencionan Google [2], Forrester [3], IJCAI [4], entre otros. Estudios recientes, realizados por Qualcomm, muestran que los usuarios son tres veces más propensos de hacer clic en contenido personalizado que cumpla con sus patrones de comportamiento y preferencias.

Por otro lado, las organizaciones están explorando formas que permitan entender a detalle y en tiempo real las necesidades de los consumidores [5]. CAC permitirá ver más allá de estas necesidades permitiendo a largo plazo ser un facilitador de servicios perceptivos y con ello vender más productos y servicios personalizados en base a la ubicación, proximidad y preferencia de los usuarios.

El presente estudio se enfoca en el aprovechamiento y procesamiento del contenido social, con ayuda de una taxonomía de información contextual, que concluirá en el diseño de una arquitectura lógica para un sistema perceptivo al contexto de un usuario.

## 2. REVISIÓN DE ARQUITECTURAS CONTEXT AWARENESS

**Arquitectura de un sistema que permite la creación de entornos de trabajo colaborativo y perceptivos al contexto:**

Estos sistemas proporcionan conocimiento de los Colaborative

Work Environment (CWE) para adaptar automáticamente su comportamiento a las necesidades de los usuarios. La capa de Aplicaciones actúa como los vehículos facilitadores de la interacción entre el usuario y el CWE. La capa de Servicios de Colaboración Compuesto (Cocos) representa los servicios que consumen la combinación de otros servicios. La capa de Servicios ofrece información vinculada a la aplicación y al núcleo de la gestión de cualquier negocio, tales como directorios o el acceso a la base de datos. Finalmente, la capa Semántica contiene la información de la estructura la ontología del CWE y las reglas del contexto [6].

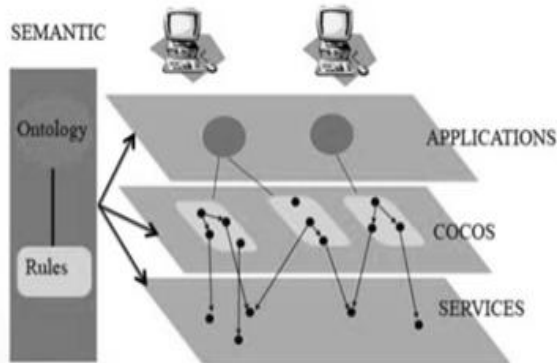


Ilustración 1. Arquitectura Ecospace CWE  
Fuente: Martínez, 2011: 198

### Arquitectura para sistemas perceptivos del contexto – ACAS

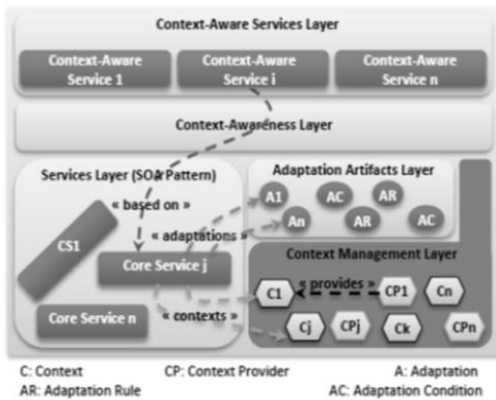


Ilustración 2. Arquitectura ACAS  
Fuente: Hatim, 2012: 95

Esta arquitectura extrae, provee y adapta parámetros contextuales, gestiona reglas y adapta las configuraciones a condiciones determinadas. La capa “Serviceslayer” contiene los servicios base del sistema que cubren los requerimientos de negocio. La capa de gestión del context “Context Management Layer” se basa en hacer frente a las principales tareas de gestión del contexto como las especificaciones del contexto, representación y adquisición. La capa de adaptación de artefactos “Adaptation Artifacts Layer” provee los conceptos claves para la adaptación de servicios básicos (la situación que envuelve la adaptación de servicios), la regla de adaptación la cual presenta cómo realizar las adaptaciones. La capa de

conciencia del contexto “Context Awareness Layer” especifica la variabilidad de los servicios de acuerdo al uso del contexto. Finalmente, la capa “Context Aware Services Layer” gestiona y adapta el contexto teniendo como objetivo un proceso abstracto, es decir, acoplamiento entre los servicios centrales y los aspectos específicos del contexto [7].

### Arquitectura genérica de un framework Context Aware para automatizar las configuraciones en dispositivos móviles

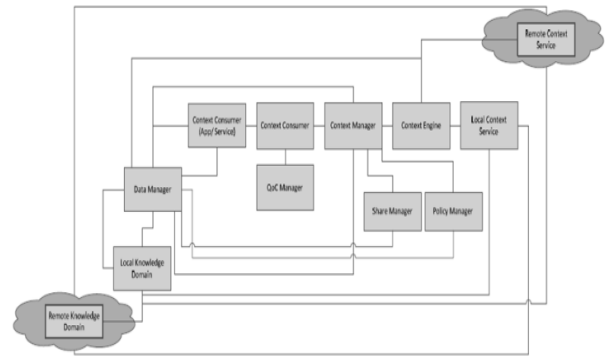


Ilustración 3. Nivel Abstracto del Framework Context Aware propuesto  
Fuente: Rabbi, 2013:306

El diseño de la arquitectura se basa en siete principios: autonomía, dinamismo, reconfiguración, escalabilidad, extensibilidad, personalización, privacidad y lugar de almacenamiento de datos locales o remotos [8]. Adicionalmente se basa en cuatro principales agentes: Context Consumer (CC), Context Manager (CM), Manager QoC (MQoC) y Data Manager (DM) y cinco componentes adicionales de apoyo que complementan el proceso. El Context Consumer (CC) actúa como la aplicación o servicio móvil que recopila la información del contexto y lo adapta de una forma específica. La información, una vez simplificada y categorizada, es almacenada en cualquier área de conocimiento a distancia (remote knowledge domain) o de dominio local (local knowledge domain). Context Manager (CM) dirige un servicio de localización con el fin de encontrar el adecuado Context Owner (CO). QoC Manager (QoC) Regula los indicadores de calidad y sensibilidad del contexto. Data Manager (DM) gestiona la información del contexto de uso regular u ocasional en dominio remoto o local. Context Owner (CO) es el responsable de almacenar diferentes servicios contextuales y seleccionar el correcto según se requiera. Context Engine (CE) representa el mecanismo que se retroalimenta de la información extraída de los sensores. Service Manager (SM) es el encargado de leer el contexto, investigar los parámetros relacionados para iniciar los mecanismos de reconocimiento del contexto. Share Manager (ShM) es el encargado de compartir la información relacionada entre los dispositivos a través de bluetooth, wifi direct, o incluso a través de Internet. El Policy Manager (PM) es el encargado de gestionar las políticas de privacidad y seguridad de actividades, gustos y preferencias [8].

### 3. ARQUITECTURA PROPUESTA

En base a las arquitecturas estudiadas anteriormente, en este apartado se propone una arquitectura que integra parcialmente el enfoque de cada una de ellas y adicionalmente estructura sus componentes en dos dominios, uno local y otro externo.

El principal objetivo es lograr procesar los parámetros contextuales reduciendo los ajustes de configuración manuales para el usuario. Por lo que a continuación detallaremos la estructura de la arquitectura propuesta.

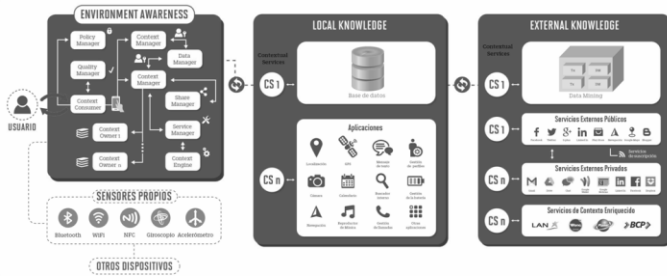


Ilustración 4. Arquitectura de un Context Aware System  
Fuente: Elaboración propia

#### Contextual Services

Servicios de contexto que residen normalmente en la nube y ofrecen la información del contexto a la aplicación y/o servicios del teléfono inteligente o dispositivo móvil. Los servicios contextuales se distribuyen en dos dominios según la recurrencia de uso, entre locales y remotos (**Local Knowledge** y **External Knowledge**).

#### Sensores propios

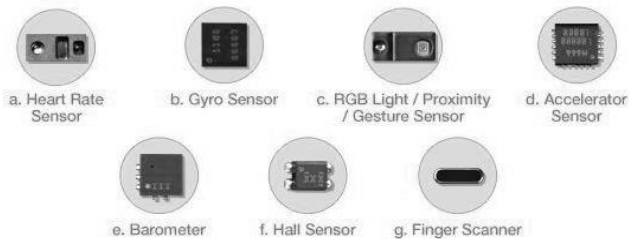


Ilustración 5. Sensores propios de un teléfono inteligente  
Fuente: Samsung 2013

Sensores propios de los dispositivos inteligentes que permiten la recopilación de los parámetros contextuales de mayor relevancia para el usuario. La categorización detallada se enfoca en las funcionalidades que replican las diversas dimensiones ubicuas de un sistema Context Aware.

Gráfico	Tipo de sensor y función	Alcance
	<b>Sensor de luz RGB:</b> Mide la intensidad de la luz en un ambiente y adapta el brillo del display.	Corto
	<b>Sensor giroscópico:</b> Detecta la rotación del dispositivo basado en los tres ejes cardinales	Corto

	<b>Acelerómetro:</b> Reconoce la agitación del equipo y la posición del equipo.	Corto
	<b>Sensor geomagnético:</b> Detecta campos magnéticos que provocan los imanes o corrientes eléctricas. Detecta la proximidad con otro dispositivo sin contacto directo.	Corto

Tabla 1. Detalle sensores propios  
Fuente: Elaboración propia

#### Otros dispositivos

Dispositivos o gadgets inteligentes que mejoran la actividad virtual del usuario y permiten un mejor flujo de información entre diversos dispositivos inteligentes desde cualquier punto geográfico.

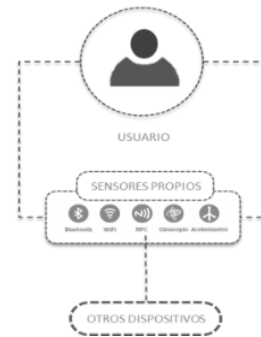


Ilustración 6. Sensores propios de los dispositivos inteligentes  
Fuente: Elaboración propia

Protocolo	Funcionalidad
<b>iBeacon</b>	Micro-localización o posicionamiento en interiores con alto grado de exactitud Tags NFC pequeños y delgados Consumo de baja energía Uso de tecnología Bluetooth 4.0 <b>Pago</b> de servicios por proximidad Check-in en lugares públicos Intercambio de datos/Publicidad Alcance: +50m.
<b>Global Position System (GPS)</b>	Facilita la información específica de la ubicación de un objeto. Marca un camino conocido como "track" Alcance: +/- 20.200 km
<b>Wireless Fidelity (Wi-Fi)</b>	Red que Alcance en espacios abiertos Transferencia inalámbrica del contenido multimedia en un dispositivo con 600 Mbps Velocidad máxima de 1Gbit/s en transmisión Alcance: +100m.

Tabla 2. Detalle otros dispositivos  
Fuente: Elaboración propia

## Local Knowledge



Ilustración 7. Local Knowledge  
Fuente: Elaboración propia

El **Dominio Local** o **Local Knowledge** es el escenario computacional que permite procesar la información extraída de las diversas fuentes de información como aplicaciones y sensores. Este espacio está estructurado de modo que la interacción entre aplicaciones se centralizan a través de los contextual services para ser almacenados o retroalimentados en la base de datos local (memoria interna).

### Aplicaciones locales

Mediadores entre el conocimiento generalizado del usuario y los servicios contextuales. De manera que la arquitectura consume de las diversas aplicaciones locales del dispositivo inteligente como la posición exacta que facilita el GPS.

### External Knowledge

El Dominio Externo o External Knowledge tiene una estructura basada en servicios externos brindados por servicios web. Servicios Externos Públicos, Servicio Externos Privados, Servicios de contexto enriquecidos y Servicios de suscripción. Cada servicio aporta de manera específica un enfoque contextual a la información obtenida y se adapta gracias a la interacción de los diferentes componentes lógicos de la arquitectura.

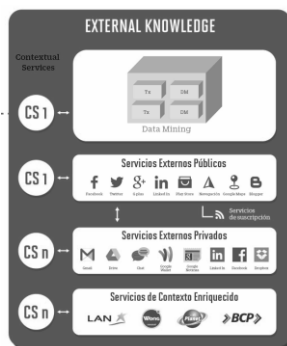


Ilustración 8. External Knowledge  
Fuente: Elaboración propia

### Data Mining

Almacena información relevante de diversas bases de datos. Su objetivo principal es aprovechar la información centralizada para determinar patrones establecidos.

### Servicios externos públicos

Servicios colectivos que comparten la misma aplicación, siempre que el propietario de la información brinde su conformidad.

### Servicios de suscripción

Servicios de suscripción que permiten al usuario tener información actualizada de eventos relevantes a su interés.

### Servicios externos privados

Servicios que contienen información restringida, pero que a la vez pertenece al proveedor del servicio, como por ejemplo proveedor de correo electrónico.

### Servicios de contexto enriquecido

Servicios que combinan información situacional y contextual con servicios activos capaces de ofrecer proactivamente soluciones enriquecidas.

### Environment Awareness

Entradas y salidas que alimentarán los servicios de contexto enriquecido basados en el interés, la proximidad y la localización del usuario.

Componente	Funcionalidad
Context Consumer (CC)	Aplicación o servicio móvil que recopila información del contexto y la adapta a una necesidad específica. Responde al ¿Quién? ¿Dónde? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Por qué? ¿Qué?
Context Manager (CM)	Dirige un servicio para encontrar al adecuado grupo de parámetros (CO). Comunica al Data Manager la recuperación de datos.
Context Owner (CO)	Responsable de almacenar diferentes servicios de contexto remoto por categorías.
Quality Manager (QM)	Mejora la sensibilidad de la información detectada respecto a una entidad.
Service Manager	Mecanismo de traducción del contexto.
Share Manager (SM)	Se encarga de compartir información relacionada con el contexto.
Data Manager (DM)	Administrador de los parámetros locales o remotos.
Policy Manager (PM)	Políticas de seguridad que previenen la violación de la información.
Context Engine (CE)	Mecanismos de reconocimiento y lectura. Lee la información contextual desde los sensores. Clasifica todos los CP. Primera clasificación CA: HCP. Información deducida e inferida: LCP.

Tabla 3. Environment Awareness  
Fuente: Elaboración propia

### Verificación: propuestas y escenarios de aplicación de la arquitectura

Para verificar la arquitectura propuesta, se evaluó un escenario de aplicación a modo prototipo de solución "Aware Me" servicios basados en la localización.

## Propuesta de aplicación – Me Marketing: Cupones, Ofertas y Promociones Retail

**Problemática:** Los minoristas y los vendedores directos a menudo se enfrentan con el reto de dirigir asertivamente los cupones, las ofertas y las promociones al usuario correcto, en el momento correcto y en el contexto correcto



Ilustración 9. La fórmula para “Me Marketing”. Context Aware como proceso  
Fuente: Gartner 2012

**Descripción de propuesta:** Desarrollo de plataformas y estrategias de publicidad contextuales para proporcionar mensajería directa a los usuarios en tanto se encuentren en el punto de venta.



Ilustración 10. Escenario de la propuesta  
Fuente: Elaboración propia

**Técnicas relacionadas:** Social Media Marketing, Social CRM, Social Listening, Aumented reality, Google contacts, Zoho CRM, Cloud Computing.

### Parámetros contextuales a extraer y procesar:

Categoría	Subcategoría	Parámetro
Usuario	Ubicación	Fecha
		Hora
		Latitud
		Longitud
		Tipo de Espacio
	Historia	Páginas frecuentes

	Preferencias	Historial de Acceso
		Marca
		Servicio
		Empresa
		Velocidad
	Actividad	Capas 2D
		Agenda
		Caminata
Frecuencia		
Ambiente	Aglomeración	Duración
		Cantidad de Locales
		Cantidad de Personas
		Cantidad de Servicios
	Tiempo	Aforo
		Día
		Mes
		Año
	Lectura de Sensores	Duración transcurrida
		Sonido
		Deportes
		Fotografías
Social	Relaciones	Proximidad
		Situación sentimental
		Amigos
	Interacción	Compañeros de trabajo
		Contacto
	Grupo	Grupo
		Nombre de grupo
		Tipo de grupo
		Integrantes
		Intereses
		Notificaciones activadas
		Sensores Disponibles
	Compatibilidad con Dispositivos	
	Condiciones de Red	Redes admitidas
	Restricciones QoC	Capacidad de red
		Rendimiento de Red
Trafico de red		
Perfiles de usuario		
Tiempo de espera inactividad pantalla		

Tabla 4. Parámetros a procesar de la taxonomía de información contextual

## Principales funciones

1. Recopilación de contactos automática
2. Percepción del contexto del usuario
3. Reconocimiento de patrones de compra
4. Selección adecuada de ofertas, promociones y cupones
5. Selección adecuada de ofertas, promociones y cupones
6. Reembolso con medios de pago online
7. Navegación Indoor con realidad aumentada

La arquitectura propone el procesamiento de dichos parámetros contextuales en el **Environment Awareness**, ambiente capaz de reconocer, clasificar, restringir, gestionar, compartir, inferir y almacenar dichos parámetros en un dominio local o externo dependiendo de la frecuencia y peso de las consultas con la finalidad de anticipar sugerencias basadas en el entendimiento digitalizado del entorno.

## 4. CONCLUSIONES

**Context Awareness** se ha convertido en una característica importante y deseable en aplicaciones ubicuas. El estudio se ha enfocado en proporcionar una arquitectura integrada para el desarrollo de los Context Aware System, facilitando escenarios aplicativos para el desarrollo de aplicaciones contextuales.

En la investigación se concluye que en apoyo al modelado conceptual del contexto existe una fuerza de venta en pendiente positiva que se espera logre integrar soluciones tecnológicas, marketing, minería de datos, inteligencia artificial y publicidad personalizada.

Los antecedentes y la evolución del Context Awareness y Pervasive Computing generan no sólo el desarrollo integral de los sistemas inteligentes, sino también la expectativa en los usuarios por la creación de nuevos gadgets tecnológicos.

El impacto de la portabilidad en las soluciones contextuales permitió identificar las tendencias en soluciones tridimensionales como parte de la ola "Clay" en la computación ubicua.

El modelo aprovechó con éxito los datos del contexto recogidos por el teléfono móvil, el uso combinado de ubicación, eventos y contactos del usuario del teléfono móvil y de los servicios prestados a la mano. La mayoría de los escenarios propuestos responden a la situación del modelado. El componente Context Manager, presentando en este estudio, ofrece semántica, flexibilidad e inteligencia, lo que permitirá una experiencia de usuario personalizada y automatizada que permite la selección automática de dispositivos y mecanismos para conectar la entrega de contenido.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Gartner, "Gartner Says ContextAware Technologies Will Affect \$96 Billion of Annual Consumer Spending Worldwide by 2015", Portal Web (<http://www.gartner.com/newsroom/id/1827614>), 2011.

- [2] ICCASA "3<sup>a</sup> Conferencia Internacional sobre Sistemas y aplicaciones sensibles al context" Sitio Web del impacto de las soluciones Context Aware (<http://iccasa.org/2014/show/home>), 2014
- [3] Forrester, "Five Trends To Help You Enable Collaboration In Context Generating ROI By Delivering Value To Users And Customers" (<http://www.forrester.com/Five+Trends+To+Help+You+Enable+Collaboration+In+Context/fulltext/ERES115848?isTurnHighlighting=false&highlightTerm=context%20aware>), 2014.
- [4] IJCAI, Objetivos y Motivación (<http://activitycontext.org/about/>), 2013.
- [5] Gimbal "The Gimbal™ Context Aware Platform – Digital insights into the physical world". ([https://www.gimbal.com/sites/default/files/uploads/Advantages\\_of\\_Gimbal\\_White\\_Paper.pdf](https://www.gimbal.com/sites/default/files/uploads/Advantages_of_Gimbal_White_Paper.pdf)), 2013.
- [6] Martínez M., Muñoz A., Botía J., & Gomez, A, "Creating ContextAware Collaborative Working Environments" International Journal on Artificial Intelligence Tools. Vol. 20, No. 1, pp. 195–207. World Scientific Publishing Company, 2011.
- [7] Hatim H., Baidouri, H., Nassar, M y Kriouile, A. "ContextAwareness for Service Oriented Systems". Rabat: IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 5, No 2, (<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1211/1211.3229.pdf>), 2012.
- [8] Rabbi, F., Biswas, E., Habiba, M y Cheonshik, K. "Architecture of a Context Aware Framework for Automated Mobile Device Configuration." Samsung Bangladesh R & D Center (SBRC), Dhaka, Bangladesh, 2013.
- [9] Schmidt, A. "ContextAware Computing ContextAwareness, ContextAware User Interfaces, and Implicit Interaction" .Interaction Design Foundation. (<http://www.ijmla.net/index.php/ijmla/article/viewFile/5/19>), 2013.
- [10] Emmanouilidis, Christos, Koutsiamanis, Remous y Tasidou, Aimilia, "Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications. Journal of Network and Computer Applications, 2013, 36. 103–125
- [11] GARTNER, Me Marketing: Get Ready for the Promise of RealTime, ContextAware Offers in Consumer Goods (Consulta: 08 de Junio del 2014) (<https://www.gartner.com/doc/2287819>), 2012.
- [12] SAMSUNG, Global Samsung Tomorrow (<http://global.samsungtomorrow.com/10-sensors-of-galaxy-s5-heart-rate-finger-scanner-and-more>), 2015