*Descrição resumida sobre os componentes ContextNet*

*(2012- 2017)*

Laboratory for Advanced Collaboration

**1. Introdução**

Em fins de 2011 foi projetada uma arquitetura de middleware, serviços e interfaces de programação (APIs) para o desenvolvimento de aplicações distribuídas móveis com grande número de nós/dispositivos e com ciência de contexto denominada ContextNet [1][[1]](#footnote-1). Então, de março de 2012 a agosto de 2014, seguindo essa arquitetura de referência, foram desenvolvidos diversos protocolos, serviços de middleware e ferramentas de software relativos à camada mais básica desse middleware, para comunicação móvel e coleta e distribuição escalável de informações de contexto dos nós móveis. A essa camada de comunicação, deu-se o nome de *Scalable Data Distribution Layer (SDDL*) [W1, W2, J3]1

**2. Visão Geral do SDDL**

A *Scalable Data Distribution Layer (*SDDL) dá suporte à comunicação unicast, broadcast, group-cast, e publish/subscribe entre nós móveis (atualmente, smartphones Android) conectados à Internet sem fio (WiFi e 2G/3G), provendo suporte à conectividade intermitente, à travessia de NAT/Firewall e *handover* vertical e horizontal entre tecnologias wireless. Este suporte é provido de forma escalar através da uma arquitetura extensível na qual uma rede núcleo (*SDDL Core network)*, intermedia todas as trocas de mensagens entre nós móveis, que por sua vez se conectam a Gateways do SDDL Core. A Figura 1 mostra as principais componentes e protocolos do middleware. O SDDL se baseia em dois protocolos: o padrão *OMG Data Distribution Service* ***for Real-Time Systems*** *(DDS)* [OMG],[Pardo-Castellote, 2003] para comunicação assíncrona Publish-Subscibe de tempo real, no SDDL Core, e o protocolo MR-UDP [R1, J3] para a comunicação confiável e robusta entre Gateways e os nós móveis. Além disso, o SDDL implementa o *handover* transparente de nós móveis entre Gateways, seja por perda de conectividade de um nó a um Gateway, seja para balanceamento de carga de conexões MR-UDP entre os Gateways.

Em seu Core Network, o SDDL herda do DDS os benefícios de uma arquitetura Peer-to-Peer (sem broker central), da programação Pub/Sub centrada nos dados (Data-Centricity) na qual os Publishers e Suscribers são gerados de forma automática a partir de descrições de tópicos Pub/Sub em IDL, assim como da possibilidade de configurar várias políticas de QoS (de 22 possíveis politicas) para a transmissão de mensagens no domínio DDS. E através do protocol MR-UDP o SDDL agrega aos benefícios da flexibilidade e alta performance do DDS às vantagens de uma conectividade móvel eficiente, confiável e escalável para milhares de nós móveis que, devido a recursos limitados, não são capazes de funcionar como nós DDS.

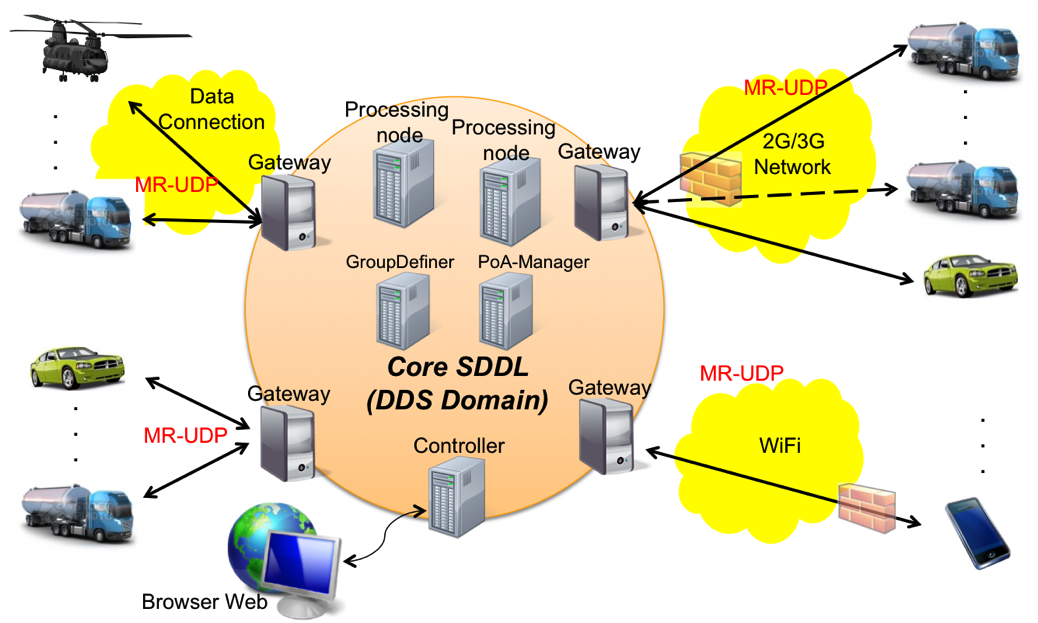


Figura 1: Visão geral do SDDL Core (um domínio DDS), com Gateways, serviços para groupcast, balanceamento de carga, e Processing Nodes genéricos.

**3. Componentes de software do SDDL desenvolvidos**

A Figura 2 mostra a pilha de software do SDDL, incluindo as componentes que executam no SDDL Core Network (p.ex. em um cluster), e os que executam no nó móvel (à direia, na Fig. 2). Atualmente apenas plataformas Android e Lua são suportadas. A seguir apresentaremos sucintamente cada um dos softwares que fazem parte do SDDL.

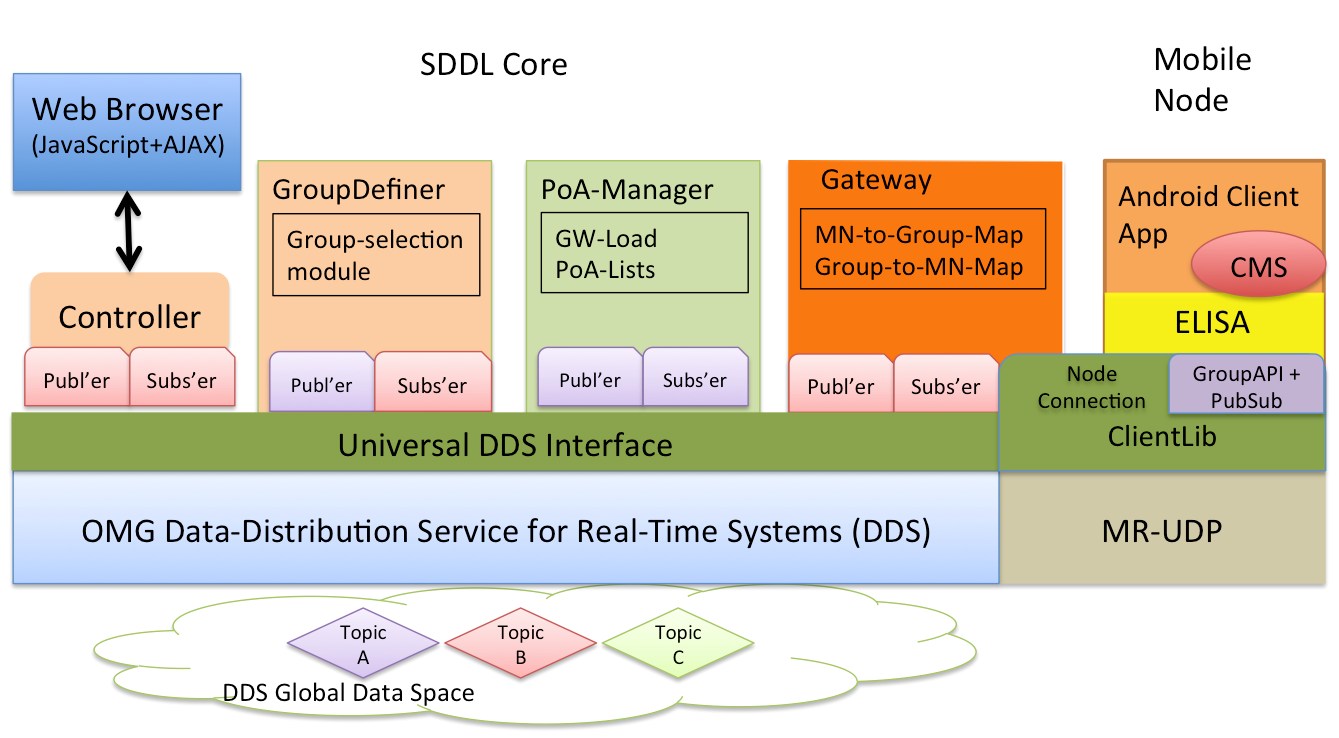


Figura 2: Componentes do middleware SDDL

**MR-UDP:** é uma versão estendida e otimizada do Reliable UDP, que implementa comuniacão confiável sobre UDP. Além de garantir entrega confiável de pacotes, o MR-UDP trata desconexões temporárias, e identifica os endpoints através de um UUID, em vez de endereços IP. Através de um mecanismo de *heartbeat*, possibilita também que nós móveis atrás de NAT/Firewalls possam manter conexões MR-UDP com Gateways. [R1]

**ClientLib:** uma biblioteca para comunicação assíncrona no cliente móvel que encapsula os detalhes de uso do protocolo MR-UP através de uma interface ‘nodeConnection’, gerencia uma lista de endereços de Gateways alternativos (PoA), e realiza *handovers* (reconexões) do nó móvel entre Gateways de forma transparente. Além disso, bufferiza mensagens de aplicação para o SDDL Core enquanto o nó estiver desconectado a qualquer Gateway. Uma versão ClientLibServer executa no Gateway, para fazer o gerenciamento de várias conexões simultâneas com nós móveis. A ClientLib utiliza a tecnologia Protcol Buffers para a serialização/compactação de objetos transmitidos. Existem implementações Java e Lua para essa biblioteca.

**GroupAPI e PubSubAPI:** são duas sub-bibliotecas da ClientLib. A primeira permite que um nó gerencie a sua pertinência a grupos, e assim possa enviar e receber as mensagens groupcast do grupo correspondente. A PubSubAPI permite que um nó publique ou se subscreva em um tópico qualquer (definido por um nome), e passe a receber todas as mensagens publicadas no tópico correspondente. Através de um protocolo de controle, as expressões da subscrição (filter expressions) são enviadas para os publicadores Pub/Sub a fim de fazer a filtragem de mensagens na fonte.

**ELISA:** é uma biblioteca mult-thread para aplicações Android, que consiste de um par de serviços Android, o *LocationService* e o *ConnectivityService* e um conjunto de Broadcast Receivers (Android) que conjuntamente registram a posição geográfica do nó (p.ex. usando GPS), e realizam o envio de mensagens da aplicação carregando a posição corrente do nó,. ELISA verifica o nível da bateria do dispositivo a cada T minutos (usando o Android AlarmManager) e de acordo com a classsificacão em um de três níveis de energia - alta, média e baixa - define as frequências da leitura de posição e do envio dos dados, de modo a minimizar o consumo de energia do dispositivo. O ConnectivityService utiliza a ClientLib para bufferizacão, envio e recebimento das mensagens para o SDDL Core.

**Context Management Service (CMS)**: é um framework para o carregamento, registro e ativação dinâmica de componentes provedoras e consumidoras de contexto (*ContextProviders* - CxtP e *ContextConsumers* – CxtC) para a plataforma Android. ContextProviders podem ser simples, quando coletam dados diretamente dos sensores do dispositivo móvel, ou então compostos, quando agregam, compõem ou transformam dados obtidos de outros ContextProviders mais básicos. Utilizando a Pub/SubAPI da ClientLib um CxtP pode se subscrever a dados fornecidos por outros CxtPs, tanto locais (no mesmo nó/dispositivo), como remotos (em outro nó). Desenvolveu-se também diversos ContextProviders simples para vários dos sensores acessíveis através da plataforma Android, como Location, Accelerometer, Gyroscope, etc. que podem ser disponibilizados em um repositório de ContextProviders.

**UDI:** é uma API similar a do DDS, mas que abstrai os detalhes específicos de diferentes produtos DDS, e inclui wrappers de tópicos DDS para cada produto DDS. Permite também a definição de politicas e perfis de QoS que são mapeados para as primitivas específicas de cada produto DDS. O uso da UDI facilita muito a troca entre produtos DDS. Atualmente, a UDI está disponível para os produtos: RTI Connext, DDS Open Splice Community Edition, e CoreDX DDS.

**Gateway:** é um serviço do SDDL Core Network (executa em um nó do cluster/nuvem) que é responsável por gerenciar conexões MR-UDP com vários nós móveis. Suas tarefas incluem a notificação de conexões e desconexões de nós móveis, e a transcodificação de mensagens de aplicação difundidas no domínio DDS (SDDL Core) para o MR-UDP e o encaminhamento para o nó móvel correspondente, bem como a transcodificação inversa, do MR-UDP para o tópico DDS de aplicação. Além disso, o Gateway mantém os mapeamentos de nós para grupos, a fim de encaminhar mensagens groupcast para os nós membros do grupo. Devido às propriedades Peer-to-Peer e do desempenho escalável da comunicação no DDS, pode-se usar vários Gateways em paralelo, cada um atendendo a um sub-conjunto dos nós móveis, conferindo assim, escalabilidade na comunicação de/para nós móveis.

**GroupDefiner:** é um serviço responsável por gerenciar a pertinência de nós a grupos, e notificar todos os Gateways sobre qualquer mudança nos membros dos grupos. Em particular, o GroupDefiner suporta grupos dinâmicos de nós, cuja pertinência é definida por algum atributo da mensagem de aplicação (ou de uma informacão de conetxto) enviada pelo nó, como por exemplo sua posição corrente. Naturalmente, também é possível definir grupos fixos de nós móveis e/ou do SDDL Core. Mensagens group-cast são então definidas por um Group UUID.

**PoA-Manager**: é um serviço que distribui endereços de Gateways alternativos (PoA-lists) aos nós móveis, e que pode enviar comandos à ClientLib dos nós correspondentes solicitando que estes se reconectem a um novo Gateway, possibilitando assim a re-distribuição da carga de conexões entre Gateways. Isso pode ser feito quando se detecta um desbalanceamento entre os números de conexões MR-UDP, e em particular, quando Gateways são adicionados ou removidos do SDDL Core. Além disso, o PoA-Manager recebe de todos Gateways relatórios periódicos sobre as suas cargas. A política de balanceamento de carga, no entanto, é parametrizada, e pode ser configurada de acordo com as necessidades da aplicação.

**Controller:** é um web server que é também um nó do SDDL Core. Este agrega as informações sobre todos os nós móveis de uma aplicação, permite a visualização dos mesmos em um mapa e processa comandos do usuário vindos de uma interface Web (Browser) traduzindo-os para mensagens de aplicação a serem difundidas no tópico UDI correspondente, a fim se serem encaminhados para os nós móveis correspondentes, e vice-versa.

Além dos componentes mostrados na Figura 2, foram desenvolvidos ainda os serviços como parte do SDDL:

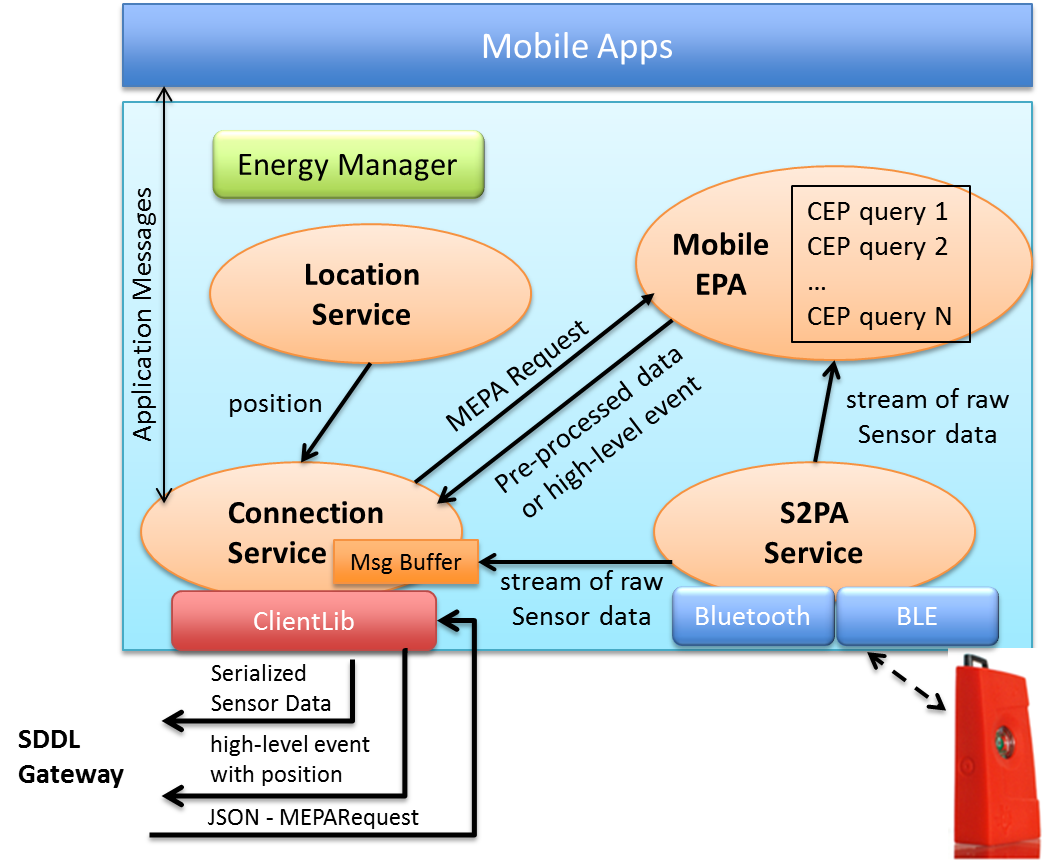
**Mobile Temporary Disconnection (MTD):** é um serviço que intercepta e bufferiza todas as mensagens endereçadas a um nó móvel enquanto este se encontra desconectado de qualquer Gateway. Assim que o nó se reconecta a um novo Gateway, o MTD é informado, e faz um *replay* de todas as mensagens acumuladas para entrega ao nó, através do novo Gateway ao qual o nó móvel está conectado.

**LoadBalancer**: é um serviço que define fatias/faixas do volume total de dados incidentes dos nós, a serem processados por Processing Nodes (PN) genéricos no SDDL Core (vide Figura 1), monitora a carda destes PNs e faz uma distribuição de dinâmica dessas fatias para cada PN, permitindo assim um balanceamento na carga de processamento entre vários PNs. Para que os PNs sejam capazes de ‘trocar” as fatias, a lógica de processamento deve acessar os tópicos DDS através de um stub específico da UDI.

**4. Elementos IoMT**

Em 2014 o ContextNet foi expandido para atender também a aplicações IoT, ou seja que demandassem acesso a sensores e atuadores não somente internos aos smartphones, mas também embutidos em smart things providos de uma Wireless PAN (WPAN). Surgiu então o conceito e a implementação do Mobile Hub, a componente mobile do ContextNet. E como diferencial entre os demais middlewares para a Internet das Coisas, o ContextNet foca em Internet of Mobile Things (IoMT), onde o M-hub, os sensores e os atuadores podem todos serem móveis.

O Mobile Hub (M-Hub) [Rios 2015] é um gateway IoT - potencialmente móvel - que executa na plataforma Android. Ele é usado para conectar oportunisticamente objetos inteligentes, também móveis (e.g. Smart Objects, ou M-OBJs), a serviços *backstage*, no SDDL Core, executando na nuvem. A principal motivacão foi a percepção de que: (a) smartphones são largamente difundidos, e com capacidade de processamento e storage maior do que computadores de mesa e laptops de pouco tempo atrás, (b) smartphones estão presentes onde e quando houverem pessoas, tornando-se, coletivamente, uma infra-estrutura pervasive de comunicação com acesso constant à Internet, pelo menos nos centros urbanos; (c) há um grande e crescente número de sensores embarcados nesses apareclhos; (d) quase todos os aparelhos possuem uma interface Bluetooth LE (BLE) no papel de “mestre”, mas alguns dispositivos até no papel de “periféricos”, e (e) o fato de BLE ser uma tecnologia WPAN (Wireless Personal Area Network) muito apropriada para IoT por ter baixo consumo de energia, bom alcançe de rádio (50 metros) e permitir um pareamento entre aparelhos (*hand-shake*) muito rápido (<1 seg) e sem a intervenção dos usuários, como ocorre no Classic Bluetooth. Internmente, o Mobile Hub possui uma arquitetura de micro-serviços onde vários Android *Services* interagem através entre sí usando uma interface Publish/Subscribe, de baixo acoplamento.



*Fig. 3: Arquitetura interna do Mobile Hub*

O Mobile Hub (Figura 3), consiste de quatro serviços Android (ou threads, em Java). O *ConnectionServer* executa o protocolo de comunicação MR-UDP, para recepção e envio de dados para um Gateway do SDDL, e contém um buffer para acumular mensagens para envio em lote, ou então para superar eventuais períodos de desconexão wireless. O Service for *Sensory, Presence and Actuation (S2PA)* é um serviço com arquitetura de *plug-ins* para diferentes tecnologias WPAN, e onde cada plug-in é o driver para uma determinada tecnologia WPAN, como Classic Bluetooth, Bluetooth LE/Smart e InternalSensor (atualmente suportdas). O S2PA implementa então funções genéricas como o scan (a procura por M-OBJs na WPAN), connect, disconnect, get, put e subscribe, sendo os 3 últimos usados para a transferência de dados os M-OBJs para o M-Hub, vou vice versa. No caso de InternalSensors, trata-se dos sensores embutidos no smartphone, e o connect simplesmente efetiva uma ligação do mesmo. Para tal, o M-Hub requer permissão prévia – através do Manifest – para uso desses recursos. Além desses, o M-Hub contém os seguintes serviços opcionais: o LocationService, que periodicamente consulta a localização e passa como um intent para o *ConnectionService* e *EnergyManager*, que regula a frequência das operações de comunicação e/ou de scan dos demais serviços dependendo do nível de energia. Sempre que a energia cai, a frequência é diminuída.

O desenvolvimento do M-Hub alavancou uma série de novas pesquisas em IoT no LAC/PUC-Rio, e também no Laboartório de Siistemas Distribuidos e Inteligentes (LSDi) da UFMA, nosso parceiro no ContextNet.

**5. Elementos de Stream Processing**

Quanto ao processamento de fluxos de dados (*Data Stream Processing*), o projeto disponibiliza a tecnologia Complex Event Processing (CEP) para ser usada em nós de processamento (Processing Nodes) do SDDL Core e no Mobile-Hub. Complex Event Processing, ou CEP, (Luckham 2002), (Cugola & Margara, 2012) é uma tecnologia bem estabelecida para o processamento de fluxos de dados e detecção de padrões de eventos nestes fluxos. Regras do tipo Event-Condition-Action (ECA), descritas em uma linguagem similar a SQL, são registradas em um “motor CEP” (*CEP engine*), que permite comparar e manipular os itens (eventos) em um ou mais fluxos, e produzir fluxos de eventos de saída específicos. As linguagens de CEP incluem mecanismos poderosos para detectar relacões causais, lógicas ou temporais entre os eventos, bem como definir tipos de eventos mais complexos que sumarizam padrões detectados de eventos mais simples. Isto faz de CEP uma tecnologia muito apropriada para descrever e executar lógicas de processamento de grandes fluxos de dados. Existe uma grande quantidade e variedade de sistemas e linguagens CEP, mas Esper e sua Esper Processing Language - EPL - é um dos *runtimes* mais usados, por ser código aberto, possuir bindings para Java e .Net e até contar com Asper, um port de Esper para Android (Asper 2014).

O ContextNet provê o **D3CEP**, um framework para processamento distribuído e dinâmico de fluxos de dados de/para os smart things e que permite que agentes de processamento (Agents) sejam implantados em vários Nós de Processamento do SDDL core, e/ou em M-Hubs, de forma que se obtém a capacidade de Edge Computing. O ambiente D3CEP facilita a programação de aplicações IoMT para grandes quantidades de M-OBJs e complexas e decentralizadas lógicas de monitoramento e controle remoto automatizado de objetos inteligentes. O agente implantado no Mobile Hub é o Mobile-EPA, que usa o Asper como engine CEP. Regras em EPL podem ser carregadas, descarregadas e controladas (ativadas e desativadas) remotamente, através de qualquer nó móvel ou estático conectado ao SDDL.

**6. Publicações**

O desenvolvimento do middleware SDDL envolveu pesquisas em vários assuntos e resultou diretamente na publicação dos seguintes artigos:

**Journals:**

[J4] R. Vasconcelos, M. Endler, B. Gomes, F. Silva e Silva, [Autonomous Load Balancing of Data Stream Processing and Mobile Communications in Scalable Data Distribution Systems](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/Iaria-IntSys-2013.pdf), International Journal On Advances in Intelligent Systems, v. 6 nr. 3-4 , pp. 300-317, IARIA, ISSN: 1942-2679, 2013

[J3] L.D. Silva, R.O. Vasconcelos, L. Alves, R. Andre, M. Endler, A DDS-based middleware for scalable tracking, communication and collaboration of mobile nodes, Journal of Internet Services and Applications (JISA), 4:16. Springer, July 2013 (online open access).

[J2] R.O. Vasconcelos, M. Endler, B.T.P. Gomes, F.J. Silva e Silva, Design and Evaluation of an Autonomous Load Balancing System for Mobile Data Stream Processing Based on a Data Centric Publish Subscribe Approach, International Journal of Adaptive, Resilient and Autonomic Systems (IJARAS), Volume 5, no. 2, Ed. Vicenzo de Florio, IGI Global, ISSN: 1947-9220, April 2013.

[J1] D. Schuster, A. Rosi, M. Mamei, T. Springer, M. Endler, F. Zambonelli, Pervasive Social Context - Taxonomy and Survey, ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, ISSN:2157-6904, Vo. 4, No. 3, 2013

**Conferências e Workshops:**

[Vasconcelos 2015] R.O. Vasconcelos, L. Talavera Rios, I. Vasconcelos, M. Roriz, M. Endler, B. Gomes, F. Silva e Silva, [An Adaptive Middleware for Opportunistic Mobile Sensing](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/DCOSS-2015.pdf), International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS 2015), Fortaleza, Brazil, June 2015.

[Vasconcelos 2015a] R. Vasconcelos, I. Vasconcelos, M. Endler, Management of Mobile Dynamic Adaptation in Cyber-Physical Systems, (short paper), *10th International Conference on Network and Service Management (CNSM)*, Rio de Janeiro, 17-21 November

[Vasconcelos 2015b] R. Vasconcelos, I. Vasconcelos, M. Endler, A Middleware for Managing Dynamic Software Adaptation, *13th Workshop on Adaptive and Reflective Middleware*, in conjunction with IFIF/ACM Middleware Conference 2015, Bordeaux, France, December

[Gomes 2015] B. Gomes, L. Muniz, F. Silva, L. Talavera Rios and M. Endler, A Comprehensive Cloud-based IoT Software Infrastructure for Ambient Assisted Living,  
*International Conference on Cloud Computing Technologies and Applications (CLOUDTECH 2015)*, Marrakesh, Morocco, June 2015.

[Pinheiro 2015] V. Pinheiro, M. Endler, E.H. Haeusler, A Framework for Customizing the Mobile and Remote Monitoring of Patients with Chronic Diseases,   
*IEEE 16th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*, Natal (Brazil), pp. 259-264, October 2014.

[Olivieri 2015] B.Olivieri de Souza, M. Endler, [Coordinating Movement within Swarms of UAVs through Mobile Networks](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/PerCol-2015-Bruno.pdf), *The Sixth IEEE Workshop on Pervasive Collaboration and Social Networking, (*[*PerCol*](http://percol.inf.tu-dresden.de/percol2015/)*), IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), pp. 154-159*,  
DOI: 10.1109/PerComW.2014.6815266, ISBN 978-1-4799-8424-4, March 2015

[Rios, 2015b] L. Talavera Rios, M. Endler, I. Vasconcelos, R. Vasconcelos, M. Cunha, F. Silva e Silva, [The Mobile Hub Concept: Enabling Applications for the Internet of Mobile Things](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/MUCS-2015-MHub.pdf), *12th IEEE Workshop on Managing Ubiquitous Communications and Services (MUCS 2015), IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), pp. 123-128*,  
DOI: 10.1109/PerComW.2014.6815266, ISBN 978-1-4799-8424-4, March 2015

[Rios 2015a] L. Talavera Rios, M. Endler, F. Silva e Silva, [Monitoring Co-Movement of Smart Objects using Accelerometer Data](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/PerCom-2015-Demo.pdf), *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Demonstrations (PERCOM Workshops), pp. 214-216*, DOI: 10.1109/PerComW.2014.6815266, ISBN 978-1-4799-8424-4, March 2015

**Conferências e Workshops – 2016**

[Batista 2016] D.M. Batista, A. Goldman, R. Hirata Jr, F. Kon, F. Costa, M. Endler, [InterSCity: Addressing Future Internet Research Challenges for Smart Cities](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/NoF-2016.pdf),   
Proc. of the 7th International Conference on Network of the Future (NoF 2016), Buzios, November, 2016.

[Roriz 2016] M. Roriz Jr., M. Endler, M.A. Casanova, H. Lopes, F. Silva e Silva, [A Heuristic Approach for On-line Discovery of Unidentified Spatial Clusters from Grid-based Streaming Algorithms](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/DAWAK-2016.pdf) 18th International Conference on Big Data Analytics and Knowledge Discovery (DaWaK 2016)/DEXA, Porto, September, 2016

[Rios 2016] L. Talavera Rios, M. Endler, S. Colcher, [An Energy-aware IoT Gateway, with Continuous Processing of Sensor Data,](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/SBRC-Talavera-2016.pdf) 34th Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC 2016), Salvador, June 2016.

[Olivieri 2016] B. Olivieri de Souza, M. Roriz, M. Endler, [Controlling Swarms of Unmanned Aerial Vehicles using Smartphones and Mobile Networks; an evaluation of the Latency requirements](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/SBRC-Bruno-2016.pdf), 34th Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC 2016), Salvador, June 2016.

[Baptista 2016] G. Baptista, F. Carvalho, S. Colcher, M. Endler, [A Middleware for Data-centric and Dynamic Distributed Complex Event Processing for IoT Real-time Analytics in the Cloud,](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/SBRC-Gustavo-2016.pdf) 34th Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC 2016), Salvador, June 2016.

[Vasconcelos 2016] R. Vasconcelos, I. Vasconcelos, M. Endler, S. Colcher, Supporting Dynamic Reconfiguration in Distributed Data Stream Systems,  34th Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems (SBRC 2016), Salvador, June 2016.

[Teles 2016] A. S. Teles, A. Rocha, F. Silva, J.C. Lopes, D. O'Sullivan, P. Van de Ven, M. Endler, Towards Situation-aware Mobile Applications in Mental Health,   
29th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (IEEE CBMS 2016), Dublin/Belfast, June 2016.

[Filho 2016] J.D. Filho, F. Silva, L. Coutinho, B. Gomes, M Endler, [A Movement Activity Recognition Pervasive System for Patient Monitoring in Ambient Assisted Living](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/SAC-2015.pdf), 31st ACM Symposium On Applied Computing (SAC 2016), Health Track, Pisa, Italy, April 2016

[10] B. Olivieri, M. Endler, [An ubiquitous based approach for Movement Coordination of Swarms of UAVs using mobile networks](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/SBCUP-2014-Bruno.pdf),  *VI Simpósio Brasileiro de Computação Ubiqua e Pervasiva (CSBC 2014 - SBCUP),* july 2014 (to appear)

[9] R. Vasconcelos, L. David, M. Endler, [Towards Efficient Group Management and Communication for Large-Scale Mobile Applications](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/publ.html), *5th International Workshop on Pervasive Collaboration and Social Networking (*[*PerCol*](http://percol.inf.tu-dresden.de/percol2014/)*),* IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), DOI: 10.1109/PerComW.2014.6815266, pp. 551-556, March 2014

[8] J. Gonçalves, F.J. Silva e Silva, R. Vasconcelos, G. Baptista, M. Endler, [A Security Infrastructure for Massive Mobile Data Distribution](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/MOBIWAC-2013.pdf), *11th ACM International Symposium on Mobility Management and Wireless Access (MOBIWAC 2013),* Barcelona, pp. 41-19, ISBN 978-1-4503-2355-0, November 2013

[7] I. Vasconcelos, R. Vasconcelos, C. Seguin, G. Baptista M. Endler, Desenvolvendo Aplicações de Rastreamento e Comunicação Móvel usando o Middleware SDDL, *31st Brazilian Symposium on Networks and Distributed Systems (SBRC 2013)*, Salão de Ferramentas, Brasilia, May 2013

[6] G. Baptista, M. Endler, J. Viterbo, T. DuBois, R. Johnson, [Middleware Supporting Situational Awareness in Mission-Critical Scenarios with Rotorcraft](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/ICAS_2013_Gustavo-Boeing.pdf), Proc. 9th *International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS 2013),* pp 46-52, Lisbon, March 2013

[5] R.O. Vasconcelos, M. Endler, Berto Gome, F.J. Silva e Silva, [Towards Autonomous Load Balancing for Mobile Data Stream Processing and Communication Middleware based on DDS](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/ICAS_2013_rafael-berto.pdf), *Proc. 9th International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS 2013*), pp. 7-13, Lisbon, March 2013

[4] L.D. Silva, R, Vasconcelos, L. Alves, R. Andre, G. Baptista, M. Endler, [A Communication Middleware Supporting Large scale Real-time Mobile Collaboration](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/WETICE-2012.pdf), *IEEE 21st International WETICE, Track on Adaptive and Reconfigurable Service-oriented and component-based Applications and Architectures (AROSA),* pp. 54-59, Toulouse, June 2012

[3] L.D. Silva,., R, Vasconcelos, L. Alves, R. Andre, G. Baptista, M. Endler, [A Large-scale Communication Middleware for Fleet Tracking and Management](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/paperlinks/SBRC-SF-2012.pdf),  
*30. Simposio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuidos (SBRC 2012)*, Salão de Ferramentas, pp. 964-971, Ouro Preto, May 2012, [(slides)](http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/talks/SBRC-SF-2012.pdf)

[2] T.A. DuBois, B. Blanton, F. Reetz III, M. Endler, W. Kinahan, G.L.B. Baptista, R.L. Johnson, Open Networking Technologies for the Integration of Net-Ready Applications on Rotorcraft, *Annual conference of the American Helicopter Society (AHS 2012)*, 2012

[1] M. Endler, G. Baptista, L.D. Silva, R. Vasconcelos, M. Malcher, V. Pantoja, and V. Pinheiro, [ContextNet: Context Reasoning and Sharing Middleware for Large-scale Pervasive Collaboration and Social Networking](http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2088960.2088962&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=70541437&CFTOKEN=64856133), Poster Session, *ACM/USENIX Middleware Conference*, Lisbon, December 2011

**Relatórios Técnicos e Documentação Web:**

[R1] L.D.N. Silva, M. Endler, M.; Roriz, MR-UDP: yet another reliable user datagram protocol, now for mobile nodes, *Monografias da Ciência da Computacão, MCC06/13*, Departamento de Informática, PUC-Rio, maio 2013.

## [W2] Scalable Data Distribution Layer, <http://www.lac-rio.com/dokuwiki/doku.php>

1. Vide secão 5. Publicações [↑](#footnote-ref-1)