

Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas

Prof. Dr. Alex Sandro Roschildt Pinto

Fusão de Dados em Nós Fog em um ambiente de Internet das Coisas

Internet of Things (IoT) é um paradigma que compreende diversas tecnologias como: RFID (*Radio-Frequency IDentification*), Redes de Sensores sem Fio e Atuadores (RSSFA) e *smart-things* com o intuito de trocar informações e controlar ambientes [1]. Neste contexto, a necessidade atual de monitoramento, controle e gerenciamento em várias áreas impulsionou pesquisas na área de IoT e originou a criação de múltiplos sistemas como casas inteligentes, cidades inteligentes e *smart-grids* [2].

A IoT visa criar um mundo onde os objetos físicos são perfeitamente integrados nas redes de informação, a fim de fornecer serviços avançados e inteligentes para os usuários. O número de "coisas" interconectadas, como sensores ou dispositivos móveis, ultrapassou o número real de pessoas no mundo desde 2011, e espera-se que atinja 24 bilhões em 2020. Várias aplicações e serviços de IoT vem emergindo no mercado, por exemplo: vigilância, cuidados de saúde, transportes, segurança alimentar e monitor e controle remoto de objetos [17].

Uma vez que possui uma grande quantidade de dispositivos, a IoT produz grandes volumes de dados [3,10,11]. Logo, a fusão e a compressão de dados apresentam uma maneira eficiente de manipular, integrar, gerenciar e preservar dados coletados de várias "coisas", tornando-se essenciais para extrair e obter informações úteis com base nos dados coletados de redes de sensores, dispositivos móveis ou RFID e desempenhando um papel indispensável nos serviços e aplicações IoT [17].

Entretanto, as limitações associadas aos dispositivos de IoT (memória, processamento e comunicação) e requisitos de análises complexas, escalabilidade e acesso aos dados requer tecnologias como computação em nuvem para suportar IoT [1], além de, como já mencionado, gerar uma imensa quantidade de dados já que milhões de "coisas" irão remeter dados para a Nuvem computacional [4,5,6].

Segundo Botta [18], a IoT é caracterizada por pequenos objetos reais, largamente distribuídos, com capacidade de processamento e armazenamento limitados, que possuem problemas relacionados com confiabilidade, desempenho, segurança e privacidade. Por outro lado, computação em nuvem é uma tecnologia mais consolidada e possui a maioria dos problemas da IoT parcialmente resolvidos. Logo, um paradigma no qual nuvem computacional e IoT sejam combinados pode ser disruptivo tanto para a internet atual quanto para a futura. Este novo paradigma é chamado de *Cloud of Things* (CoT) [7,8,18].

Entretanto, um dos desafios da utilização de serviços de nuvem computacional é o custo. Serviços como o Microsoft Azure cobram por envio, processamento e armazenamento de dados. Desta forma, caso o envio e armazenamento dos dados não seja realizado de maneira otimizada o custo para manutenção do sistema de IoT torna-se inviável. **Logo, o objetivo principal deste projeto é desenvolver técnica de fusão de dados em Nós Fog [9] que minimizem o custo da comunicação. A técnica de fusão de dados será aplicada em nós da IoT, com o intuito de minimizar a quantidade de envios para a cloud.**

4. Tecnologias utilizadas na validação e desenvolvimento do projeto

As abordagens de mobilidade controlada propostas neste projeto serão validadas por meio de simulação de rede e de testes com protótipos. Para isto serão utilizadas as seguintes tecnologias:

- Simulador de rede OMNET++ [33] : o OMNeT++ é um simulador de rede extensível, modular e construído para simular diversas tecnologias de redes de sensores sem fio, redes *ad-hoc*, protocolos de internet e redes móveis. Além disso, possui integração com a IDE Eclipse.
- Plataforma Raspberry Pi: Placa tipo *single board computer* utilizada como nodo *Fog* [35].
- Placas NodeMCU ESP8266: As placas NodeMCU ESP8266 possuem WiFi integrado e maior capacidade de processamento que a plataforma Arduino [36].

5. Cronograma de Atividades

1. Pesquisa Bibliográfica
2. Modelagem de Ambiente de teste de IoT
3. Modelagem de Técnicas de Compressão de Dados em Nodos Fog
4. Testes das Técnicas de Compressão de Dados
5. Escrita de Artigos Científicos para Periódicos e Eventos
6. Defesa da Dissertação

	2018/2	2019/1	2019/2
Atividade 1	x	x	
Atividade 2	x	x	
Atividade 3	x	x	
Atividade 4		x	x
Atividade 5		x	x
Atividade 6			x

Referências Bibliográficas

- [1] Díaz, Manuel, Cristian Martín, and Bartolomé Rubio. "State-of-the-art, challenges, and open issues in the integration of Internet of things and cloud computing." *Journal of Network and Computer Applications* 67 (2016): 99-117.
- [2] Aazam, Mohammad, et al. "Cloud of Things: Integrating Internet of Things and cloud computing and the issues involved." *Applied Sciences and Technology (IBCAST), 2014 11th International Bhurban Conference on*. IEEE, 2014.
- [3] S. Li, L. D. Xu and X. Wang, "Compressed Sensing Signal and Data Acquisition in Wireless Sensor Networks and Internet of Things," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 9, no. 4, pp. 2177-2186, Nov. 2013.
- [4] F. H. Bijarbooneh, W. Du, E. C. H. Ngai, X. Fu and J. Liu, "Cloud-Assisted Data Fusion and Sensor Selection for Internet of Things," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 257-268, June 2016.
- [5] F. Tao, Y. Cheng, L. D. Xu, L. Zhang and B. H. Li, "CCIoT-CMfg: Cloud Computing and Internet of Things-Based Cloud Manufacturing Service System," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 10, no. 2, pp. 1435-1442, May 2014.
- [6] Botta, A., De Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: a survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700.

- [7] Pang, Z., Chen, Q., Han, W., & Zheng, L. (2015). Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: Value creation, sensor portfolio and information fusion. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 289-319.
- [8] Bonomi, F., Milito, R., Zhu, J., & Addepalli, S. (2012, August). Fog computing and its role in the internet of things. In *Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing* (pp. 13-16). ACM.
- [9] Khaleghi, Bahador, et al. "Multisensor data fusion: A review of the state-of-the-art." *Information Fusion* 14.1 (2013): 28-44.
- [10] Atzori, Luigi, Antonio Iera, and Giacomo Morabito. "The internet of things: A survey." *Computer networks* 54.15 (2010): 2787-2805.
- [11] Gubbi, Jayavardhana, et al. "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions." *Future generation computer systems* 29.7 (2013): 1645-1660.
- [12] Welbourne, Evan, et al. "Building the internet of things using RFID: the RFID ecosystem experience." *IEEE Internet computing* 13.3 (2009).
- [13] Akyildiz, Ian F., et al. "Wireless sensor networks: a survey." *Computer networks* 38.4 (2002): 393-422.
- [14] Ghosh, Amitabha, and Sajal K. Das. "Coverage and connectivity issues in wireless sensor networks: A survey." *Pervasive and Mobile Computing* 4.3 (2008): 303-334.
- [15] Sang, Yingpeng, et al. "Secure data aggregation in wireless sensor networks: A survey." *Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies, 2006. PDCAT'06. Seventh International Conference on*. IEEE, 2006.
- [16] Zorzi, Michele, et al. "From today's intranet of things to a future internet of things: a wireless-and mobility-related view." *IEEE Wireless Communications* 17.6 (2010).
- [17] Zheng Yan, Jun Liu, Athanasios V. Vasilakos, Laurence T. Yang, Trustworthy data fusion and mining in Internet of Things, *Future Generation Computer Systems*, Volume 49, 2015, Pages 45-46
- [18] Botta, Alessio, et al. "Integration of cloud computing and internet of things: a survey." *Future Generation Computer Systems* 56 (2016): 684-700.
- [19] Aazam, Mohammad, et al. "Cloud of Things: Integrating Internet of Things and cloud computing and the issues involved." *Applied Sciences and Technology (IBCAST), 2014 11th International Bhurban Conference on*. IEEE, 2014.
- [20] Tei, Kenji, and Levent Gergen. "ClouT: Cloud of things for empowering the citizen clout in smart cities." *Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on*. IEEE, 2014.
- [21] Bhattasali, Tapalina, Rituparna Chaki, and Nabendu Chaki. "Secure and trusted cloud of things." *India Conference (INDICON), 2013 Annual IEEE*. IEEE, 2013.
- [22] Antonić, Aleksandar, et al. "A mobile crowd sensing ecosystem enabled by CUPUS: Cloud-based publish/subscribe middleware for the Internet of Things." *Future Generation Computer Systems* 56 (2016): 607-622.
- [23] Karnouskos, Stamatis. "Smart houses in the smart grid and the search for value-added services in the cloud of things era." *Industrial Technology (ICIT), 2013 IEEE International Conference on*. IEEE, 2013.
- [24] Li, Wei, et al. "System modelling and performance evaluation of a three-tier Cloud of Things." *Future Generation Computer Systems* 70 (2017): 104-125.

- [25] Tao, Fei, et al. "CCIoT-CMfg: cloud computing and internet of things-based cloud manufacturing service system." *IEEE Transactions on Industrial Informatics* 10.2 (2014): 1435-1442.
- [26] Distefano, Salvatore, Giovanni Merlino, and Antonio Puliafito. "Towards the cloud of things sensing and actuation as a service, a key enabler for a new cloud paradigm." *P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC), 2013 Eighth International Conference on*. IEEE, 2013.
- [27] Tanganelli, Giacomo, Carlo Vallati, and Enzo Mingozzi. "Energy-efficient QoS-aware service allocation for the cloud of things." *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2014 IEEE 6th International Conference on*. IEEE, 2014.
- [28] Perera, Charith, et al. "Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things." *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies* 25.1 (2014): 81-93.
- [29] Alohal, Bashar, Madjid Merabti, and Khasif Kifayat. "A secure scheme for a smart house based on Cloud of Things (CoT)." *Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEECE), 2014 6th*. IEEE, 2014.
- [30] Sun, Enji, Xingkai Zhang, and Zhongxue Li. "The internet of things (IOT) and cloud computing (CC) based tailings dam monitoring and pre-alarm system in mines." *Safety science* 50.4 (2012): 811-815.
- [31] Kantarci, Burak, and Hussein T. Mouftah. "Trustworthy sensing for public safety in cloud-centric internet of things." *IEEE Internet of Things Journal* 1.4 (2014): 360-368.
- [32] Hossain, M. Shamim, and Ghulam Muhammad. "Cloud-assisted industrial internet of things (iiot)-enabled framework for health monitoring." *Computer Networks* 101 (2016): 192-202.
- [33] OMNETPP, disponível em: <https://omnetpp.org/>
- [34] Arduino, disponível em: <https://www.arduino.cc/>
- [35] Raspberry Pi, disponível em: <https://www.raspberrypi.org/>
- [36] NodeMCU, disponível em: http://nodemcu.com/index_en.html