

Descrizione progetto di ricerca

Platforms for Flexible Deployment of Aggregate Systems

Tutor: Prof. Mirko Viroli

19 dicembre 2022

Collocazione

I recenti sviluppi tecnologici stanno alimentando una diffusione pervasiva e un'interconnessione sempre crescente di elementi con capacità computazionali e interattive eterogenee. I nostri ambienti (strade, case, città) stanno diventando sempre più smart e nel futuro saranno in grado di fornire servizi contestuali attraverso la raccolta ed elaborazione dei dati e la conseguente inferenza di situazioni ed attività. Di pari passo con l'aumento degli scenari e delle possibilità, vi è un aumento della complessità dei sistemi, data dalla crescita del numero dei componenti (da piccola a larga scala), dell'eterogeneità degli stessi (su varie dimensioni, ad esempio energetica, tecnologica, comportamentale), della dinamicità delle connessioni (cf., sistemi aperti), e della complessità delle infrastrutture (cf., edge-fog-cloud continuum).

In questo contesto, il progetto PRIN 2020 “CommonWears”¹ si pone l'obiettivo di studiare un modello e un middleware per reti di wearable devices a livello di “comunità”, ossia di gruppi di persone il cui comportamento, implicitamente o esplicitamente, può essere visto come di natura cooperativa. Un paradigma proposto recentemente per programmare sistemi adattivi collettivi a larga scala è quello dell'*aggregate computing* [3]. Con questo approccio, si definiscono specifiche globali (programmi aggregati) per descrivere il comportamento collettivo di un intero sistema di dispositivi interconnessi. L'approccio affronta da un punto di vista linguistico e modellistico il problema della specifica di comportamenti globali, ha basi formali (si basa su un calcolo di campi computazionali [2]), è compositazionale (si possono comporre funzionalmente comportamenti collettivi complessi a partire da comportamenti collettivi semplici), e dichiarativo (in quanto ammette diversi deployment e strategie d'esecuzione [9]).

Obiettivi

La nozione di “polverizzazione”, concettualizzata in [9], formalmente introdotta in [7], ed ulteriormente approfondita in [1, 4, 8], fornisce un modello per ragionare sul deployment di sistemi aggregati su diversi tipi di infrastrutture multi-livello (nel *continuum* edge-fog-cloud). L'assegnio di ricerca proposto prosegue questa direzione scientifica. Si continuerà l'indagine e la sperimentazione riguardo deployment flessibile e dinamico di applicazioni aggregate. Quest'attività riguarda l'analisi e progettazione di supporti (*middleware*) per sistemi aggregati.

Tra gli stili architetturali o *deployment notevoli* che dovrebbero essere supportati rientrano quello peer-to-peer (pienamente decentralizzati) e quello basato su cluster/cloud (dove i dispositivi inviano dati e ricevono istruzioni per l'attuazione, ma i calcoli sono eseguiti centralmente). Inoltre, tale middleware dovrebbe supportare anche dispositivi con vincoli di risorse, architetture ibride e dinamiche, ed essere in grado di ottimizzare l'esecuzione di comportamenti collettivi sulla base dell'infrastruttura disponibile [9, 6, 5, 7].

Piano di Formazione

Concretamente, il piano di formazione si articolerà nei seguenti punti:

¹<https://common-wears.github.io/2022/>

1. Studio ed investigazione dello stato dell'arte nell'ambito delle architetture software per sistemi distribuiti.
2. Panoramica delle principali tecnologie per il cloud/fog/edge-computing
3. Definizione di un modello flessibile per la polverizzazione di sistemi aggregati
4. Implementazione prototipali in una selezione di scenari di deployment

Riferimenti bibliografici

- [1] Gianluca Aguzzi, Roberto Casadei, Danilo Pianini, Guido Salvaneschi, and Mirko Viroli. Towards pulverised architectures for collective adaptive systems through multi-tier programming. In *IEEE International Conference on Autonomic Computing and Self-Organizing Systems, ACSOS 2021, Companion Volume, Washington, DC, USA, September 27 - Oct. 1, 2021*, pages 99–104. IEEE, 2021.
- [2] Giorgio Audrito, Mirko Viroli, Ferruccio Damiani, Danilo Pianini, and Jacob Beal. A higher-order calculus of computational fields. *ACM Trans. Comput. Logic*.
- [3] Jacob Beal, Danilo Pianini, and Mirko Viroli. Aggregate programming for the internet of things. *IEEE Computer*, 48(9), 2015.
- [4] Roberto Casadei, Giancarlo Fortino, Danilo Pianini, Andrea Placuzzi, Claudio Savaglio, and Mirko Viroli. A methodology and simulation-based toolchain for estimating deployment performance of smart collective services at the edge. *IEEE Internet Things J.*, 9(20):20136–20148, 2022.
- [5] Roberto Casadei, Giancarlo Fortino, Danilo Pianini, Wilma Russo, Claudio Savaglio, and Mirko Viroli. Modelling and simulation of opportunistic IoT services with aggregate computing. *Future Generation Computer Systems*, sep 2018.
- [6] Roberto Casadei, Giancarlo Fortino, Danilo Pianini, Wilma Russo, Claudio Savaglio, and Mirko Viroli. A development approach for collective opportunistic edge-of-things services. *Information Sciences*, May 2019.
- [7] Roberto Casadei, Danilo Pianini, Andrea Placuzzi, Mirko Viroli, and Danny Weyns. Pulverization in cyber-physical systems: Engineering the self-organizing logic separated from deployment. *Future Internet*, 12(11):203, 2020.
- [8] Roberto Casadei, Danilo Pianini, Mirko Viroli, and Danny Weyns. Digital twins, virtual devices, and augmentations for self-organising cyber-physical collectives. *Applied Sciences*, 12(1), 2022.
- [9] Mirko Viroli, Roberto Casadei, and Danilo Pianini. On execution platforms for large-scale aggregate computing. In Paul Lukowicz, Antonio Krüger, Andreas Bulling, Youn-Kyung Lim, and Shwetak N. Patel, editors, *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, UbiComp Adjunct 2016, Heidelberg, Germany, September 12-16, 2016*, pages 1321–1326. ACM, 2016.