

Allegato 1 - Piano delle Attività

Studio, realizzazione, e validazione di un prototipo di Piattaforma Digitale interconnessa per l'aggiornamento del software da remoto per macchine industriali

Danilo Pianini

30 maggio 2023

1 Collocazione

I sistemi software possiedono un proprio ciclo di vita, che inizia con la definizione dei requisiti iniziali e la progettazione, per terminare con il ritiro operativo. Storicamente, le fasi di definizione dei requisiti e progettazione sono quelle che hanno ricevuto più attenzione da parte della comunità scientifica, con approcci dedicati alla comprensione del dominio [2], alla progettazione architetturale [9, 10], a quella di dettaglio [4, 5], finendo con la codifica. Questo modello di sviluppo ha cominciato però a mostrare limiti quando il software ha cominciato ad essere riconosciuto come un asset in continua evoluzione, che ha bisogno di essere mantenuto e aggiornato nel tempo in uno stato di “endless development” [6]. Per affrontare questi scenari, sempre più comuni con la diffusione di sistemi di tipo Internet of Things (IoT), sono stati elaborati approcci di sviluppo che favoriscono la capacità di reagire a requisiti in costante cambiamento e di produrre velocemente miglioramenti incrementali del software [8]. Un aspetto cruciale di questi approcci è la capacità di poter distribuire in modo rapido e controllato le nuove versioni del software (deployment) [14, 7, 12].

Uno dei nodi critici di questi approcci è la loro applicabilità a sistemi che vanno ad interfacciarsi con sistemi fisici, e, in particolare, con macchine industriali [15]. Queste ultime sono sempre più spesso dotate di capacità di calcolo e di connettività [1]; conseguentemente, larga parte delle loro capacità è demandato a software apposito, capace di interfacciarsi sia con l'esterno che con gli azionatori elettro-meccanici. Questo software ha vincoli rilevanti in termini di piattaforma hardware, nonché in termini di affidabilità e sicurezza; cionondimeno, e, anzi, proprio per questo, è necessario che sia aggiornato in modo controllato, con possibilità di aggiornamento di più macchine di linea (che collaborano fra loro per il raggiungimento degli obiettivi di business) in modo transazionale, con recupero dello stato precedente in caso di fallimento o di regressione rispetto al software precedente. Purtroppo, le tecniche tipicamente impiegate per

software che non hanno interfacciamento direttamente con hardware industriale non sono, di norma, portabili in questo speciale contesto, che richiede quindi un approccio dedicato. L'aggiornamento regolare dei sistemi è fondamentale anche al fine di garantire la sicurezza delle informazioni. Le nuove versioni di software spesso includono patch di sicurezza per risolvere vulnerabilità note e documentate [11]. La sicurezza nel contesto dell'Internet of Things (IoT) rappresenta un tema importante [13] [16], soprattutto in contesti industriali, in cui determinati tipi di macchine presentano potenziali rischi per la sicurezza sul luogo di lavoro.

2 Obiettivi dell'assegno di ricerca

L'obiettivo principale dell'assegno consiste nella creazione del prototipo di una piattaforma digitale interconnessa in grado di aggiornare software di macchine industriali da remoto, con particolare riferimento a macchine industriali per la lavorazione di legno e plastica. Questo progetto si avvarrà della collaborazione di SCM Group S.p.A. e rientra nell'ambito del Bando per la promozione di progetti di investimento in attuazione dell'art. della LR 14/2014 dell'Emilia-Romagna – DGR 1098/2022 per il progetto tipologia B) presentato da SCM Group S.p.A. (PG/2022/1032336), CUP: E69J22007520009. Le attività principali per lo sviluppo della piattaforma includono:

1. l'analisi dello stato dell'arte corrente per l'aggiornamento del software su macchine industriali;
2. l'identificazione di architetture opportune per il supporto del sistema di aggiornamento;
3. lo sviluppo di un modulo di configurazione che gestisce gli aspetti relativi alle regole per l'applicazione degli aggiornamenti su determinate macchine, in base al loro tipo e alle loro specifiche;
4. lo sviluppo di un agente software resiliente sulla macchina finale e il cui scopo è eseguire aggiornamenti;
5. lo sviluppo di un servizio in grado di orchestrare gli agenti distribuiti sulle varie macchine;
6. la creazione di un'infrastruttura di validazione che possa essere utilizzata per valutare il corretto funzionamento di tutti i componenti realizzati.

3 Piano di Formazione

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

1. Analisi del dominio e del software oggetto di aggiornabilità, con un focus su come vengono gestiti i processi di continuous integration (CI), continuous delivery (CD) e la gestione delle dipendenze.

2. Lo studio precedente sarà propedeutico all'identificazione e valutazione di soluzioni viabili, che dovranno tenere in considerazione il riutilizzo dei processi e delle pratiche già consolidate.
3. Design pratico di una o più delle soluzioni identificate.
4. Sviluppo e validazione in ambiente controllato dell'effettivo prototipo della piattaforma di aggiornabilità.

Riferimenti bibliografici

- [1] Piers Barrios, Christophe Danjou e Benoit Eynard. «Literature review and methodological framework for integration of IoT and PLM in manufacturing industry». In: *Comput. Ind.* 140 (2022), p. 103688. DOI: 10.1016/j.compind.2022.103688. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103688>.
- [2] Eric Evans. *Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software*. Addison-Wesley, 2004.
- [3] Ciro Formisano et al. «The Advantages of IoT and Cloud Applied to Smart Cities». In: *2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud*. 2015, pp. 325–332. DOI: 10.1109/FiCloud.2015.85.
- [4] Erich Gamma et al. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. 1^a ed. Addison-Wesley Professional, 1994. ISBN: 0201633612. URL: http://www.amazon.com/Design-Patterns-Elements-Reusable-Object-Oriented/dp/0201633612/ref=ntt_at_ep_dpi_1.
- [5] Jeremy Gibbons. «Design Patterns as Higher-Order Datatype-Generic Programs». In: (2006). URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.60.5251>.
- [6] Fumihiko IKUINE e Hideki FUJITA. «Endless Development is the Best Quality Assurance». In: *Annals of Business Administrative Science* 12.5 (ott. 2013), pp. 251–263. DOI: 10.7880/abas.12.251. URL: <https://doi.org/10.7880/abas.12.251>.
- [7] Michael de Jong, Arie van Deursen e Anthony Cleve. «Zero-Downtime SQL Database Schema Evolution for Continuous Deployment». In: *39th IEEE/ACM International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice Track, ICSE-SEIP 2017, Buenos Aires, Argentina, May 20-28, 2017*. IEEE Computer Society, 2017, pp. 143–152. DOI: 10.1109/ICSE-SEIP.2017.5. URL: <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIP.2017.5>.

- [8] Adarsh Kumar Kakar e Ashish Kakar. «Have the Agile Principles Endured? An Empirical Investigation Post 20th Anniversary of the Agile Manifesto (2001)». In: *56th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2023, Maui, Hawaii, USA, January 3-6, 2023*. A cura di Tung X. Bui. ScholarSpace, 2023, pp. 6496–6505. URL: <https://hdl.handle.net/10125/103420>.
- [9] Mohamad Kassab et al. «Software architectural patterns in practice: an empirical study». In: *Innov. Syst. Softw. Eng.* 14.4 (2018), pp. 263–271. DOI: 10.1007/s11334-018-0319-4. URL: <https://doi.org/10.1007/s11334-018-0319-4>.
- [10] Zhongyi Lu, Declan T. Delaney e David Lillis. «A Survey on Microservices Trust Models for Open Systems». In: *IEEE Access* 11 (2023), pp. 28840–28855. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3260147. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3260147>.
- [11] Imanol Mugarza, Jose Luis Flores e Jose Luis Montero. «Security Issues and Software Updates Management in the Industrial Internet of Things (IIoT) Era». In: *Sensors* 20.24 (2020). ISSN: 1424-8220. DOI: 10.3390/s20247160. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/24/7160>.
- [12] Chaitanya K. Rudrabhatla. «Comparison of zero downtime based deployment techniques in public cloud infrastructure». In: *2020 Fourth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*. IEEE, ott. 2020. DOI: 10.1109/i-smac49090.2020.9243605. URL: <https://doi.org/10.1109/i-smac49090.2020.9243605>.
- [13] Ahmad-Reza Sadeghi, Christian Wachsmann e Michael Waidner. «Security and Privacy Challenges in Industrial Internet of Things». In: *Proceedings of the 52nd Annual Design Automation Conference*. DAC '15. San Francisco, California: Association for Computing Machinery, 2015. ISBN: 9781450335201. DOI: 10.1145/2744769.2747942. URL: <https://doi.org/10.1145/2744769.2747942>.
- [14] Eddy Truyen et al. «Flexible Migration in Blue-Green Deployments within a Fixed Cost». In: *Proceedings of the 6th International Workshop on Container Technologies and Container Clouds, WOC@Middleware 2020, Delft, The Netherlands, December 07-11, 2020*. ACM, 2020, pp. 13–18. DOI: 10.1145/3429885.3429963. URL: <https://doi.org/10.1145/3429885.3429963>.
- [15] Rui Yan. «Optimization approach for increasing revenue of perishable product supply chain with the Internet of Things». In: *Industrial Management & Data Systems* 117.4 (gen. 2017), pp. 729–741. ISSN: 0263-5577. DOI: 10.1108/IMDS-07-2016-0297. URL: <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2016-0297>.

- [16] Tianlong Yu et al. «Handling a Trillion (Unfixable) Flaws on a Billion Devices: Rethinking Network Security for the Internet-of-Things». In: *Proceedings of the 14th ACM Workshop on Hot Topics in Networks. HotNets-XIV*. Philadelphia, PA, USA: Association for Computing Machinery, 2015. ISBN: 9781450340472. DOI: 10.1145/2834050.2834095. URL: <https://doi.org/10.1145/2834050.2834095>.