

Verso collettivi di robot autonomi che svolgono compiti collaborativi in ambienti di costruzione dinamici e non strutturati

Towards autonomous robot collectives delivering collaborative tasks in dynamic unstructured construction environments

TOPIC ID:

HORIZON-EIC-2025-PATHFINDERCHALLENGES-01-03

Ente finanziatore:

Commissione europea

Programma Horizon Europe

EIC Pathfinder Challenges 2025 (HORIZON-EIC-2025-PATHFINDERCHALLENGES-01)

Obiettivi ed impatto attesi:

L'automazione robotica offre vantaggi significativi a diversi settori, ma la robotica edile in loco è tra i campi più impegnativi e meno compresi della robotica. L'ambiente dinamico e non strutturato con la presenza umana rende la navigazione e l'automazione delle numerose attività di costruzione simultanee profondamente impegnative. Inoltre, le attuali soluzioni all'avanguardia si concentrano sull'aggiunta di livelli più elevati di automazione agli strumenti legacy, come le attrezzature pesanti progettate per i motori diesel e gli operatori umani.

Innovazioni radicali sono essenziali per il settore per affrontare l'ondata senza precedenti di crescita dell'edilizia, soprattutto nel contesto della carenza di manodopera, del divario di produttività tra l'edilizia e altri settori, delle crescenti aspettative in materia di salute e sicurezza sul lavoro e della necessità di ambienti di vita più sani e più accessibili.

Attraverso la collaborazione di più agenti (sia umani che macchine) i processi di costruzione possono essere accelerati, consentendo l'esecuzione simultanea e collaborativa di processi più complessi con più attività. La collaborazione multi-robotica, in cui gli agenti robotici supportano e completano le attività e le competenze degli altri all'interno dello stesso spazio di lavoro, può sbloccare processi completamente nuovi che non sono possibili utilizzando singole macchine robotiche. Questo approccio potrebbe coinvolgere più "sciame" distribuiti di robot collaborativi che utilizzano algoritmi di controllo distribuiti e sistemi di apprendimento robotico, che potrebbero essere più adatti a compiti di grandi dimensioni e distribuiti spazialmente e possono adattarsi ad ambienti imprevedibili. In questo modo, supportando anche l'elettrificazione delle attrezzature per l'edilizia, contribuiranno a rompere con la necessità di optare per macchine sempre più grandi e faciliteranno lo sviluppo di nuove tecnologie che consentono un controllo efficiente, accurato e affidabile e l'adozione di robot collaborativi adatti agli ambienti di costruzione commerciali in loco.

Realizzare il potenziale dirompente dei nuovi paradigmi tecnologici emergenti che riconsiderano i processi di costruzione dai fondamenti può aiutare a soppiantare e sostituire la suite di strumenti legacy con nuovi robot di costruzione collaborativi autonomi in una catena di produzione e assemblaggio digitale integrata e "progettata per la robotica".

Tali sviluppi potrebbero anche rafforzare ulteriormente l'emergente cambiamento di paradigma dall'attuale complesso mix di attività di costruzione in loco, verso un futuro di fabbricazione e assemblaggio fuori sede. La fabbricazione off-site offre vantaggi economici industriali derivanti dalla produzione di elementi edilizi modulari su larga scala in un ambiente di fabbrica controllato, digitalizzato e automatizzato. Per il settore delle costruzioni, questo cambiamento di paradigma può portare a una riduzione delle emissioni dal lato della domanda, implementando strategie di efficienza strutturale digitalizzata e di nuovi materiali, nonché di cantieri a emissioni zero attraverso l'elettrificazione.

Questa Pathfinder Challenge mira ad affrontare tutte le attività di costruzione tipicamente richieste per la preparazione del sito, la sottostruttura e la sovrastruttura, nonché il coordinamento tra queste 43 attività per supportare una transizione verso l'edilizia con attrezzature da costruzione elettrificate autonome. Include il ruolo degli agenti umani nei processi di costruzione, poiché anche alti gradi di autonomia multi-robotica con bassi gradi di supervisione richiederanno una connessione collaborativa tra agenti umani e robotici, garantendo che possano collaborare in sicurezza e condividere lo stesso spazio di lavoro.

Obiettivi specifici

L'obiettivo generale di questa sfida è lo sviluppo di tecnologie rivoluzionarie nel campo dei robot autonomi collaborativi per la costruzione in loco per una catena di produzione e assemblaggio digitale integrata, progettata per la robotica.

La Challenge è aperta ai 3 principali compiti di costruzione applicati ai 2 principali segmenti di costruzione di edifici e infrastrutture. Rientrano nell'ambito di applicazione anche le applicazioni innovative in segmenti di costruzione adiacenti (ad esempio fondazioni di protezione costiera per infrastrutture energetiche).

Ogni progetto finanziato deve conseguire i seguenti 3 obiettivi specifici:

Obiettivo 1:

Sviluppo di un sistema costruttivo strutturale, portante, material-robot semplificato per assemblare una struttura rappresentativa e rilevante per il futuro (padiglione) utilizzando una moltitudine di moduli discreti (elementi, segmenti, blocchi, voussoir). Questo sistema deve dimostrare TRL4 (validazione in ambiente di laboratorio) dell'assemblaggio multirobotico collaborativo autonomo. La struttura può rappresentare un'infrastruttura (ad esempio un ponte, un tunnel, un canale sotterraneo, un condotto), un edificio (ad esempio una torre, una volta, una cupola, un arco, uno scheletro a più piani, un muro) o altri elementi costruttivi (ad esempio una fondazione, un muro secante, una barriera, un muro marino). Il sistema costruttivo può integrare anche materiali da costruzione in situ non lavorati e prelaborati (rocce, sabbia, materiali naturali, materiali da demolizione, elementi scomposti). Ci si aspetta che i progetti dimostrino le tecnologie almeno su una scala umana rilevante in termini di volume, massa e momento d'inerzia, e idealmente su una scala architettonica reale più ampia, piuttosto che su una scala desktop di laboratorio.

Si prevede che le soluzioni incorporino aspetti di "progettazione per l'assemblaggio robotico", come le interfacce robot-materiale, le interfacce dei moduli e i connettori, e possano includere approcci innovativi come il rilevamento incorporato nei moduli.

Si prevede che una simulazione virtuale dello stato disassemblato, delle varie fasi intermedie di assemblaggio (comprese le misure di supporto temporanee (robotiche) se necessario) e dello stato assemblato finale facciano parte del processo di sviluppo dei sistemi. Il progetto dovrebbe includere una convalida documentata delle decisioni chiave di progettazione (ad esempio i materiali utilizzati 44

o le configurazioni che simulano il comportamento in scala) rispetto ai requisiti minimi degli obiettivi dimostrativi TRL4 della piattaforma collaborativa multi-robotica mobile autonoma.

Obiettivo 2:

Sviluppo di una piattaforma collaborativa multi-robotica mobile autonoma che utilizzi almeno due, preferibilmente più, sistemi robotici collaborativi reciprocamente consapevoli, specificamente progettati per le attività di assemblaggio descritte nell'Obiettivo 1. Questo obiettivo richiede un approccio strutturato all'ingegneria dei sistemi per condurre un'analisi approfondita del sistema funzionale e per allocare le funzioni a livello di sistema tra esseri umani e macchine all'interno della piattaforma collaborativa multi-robotica mobile autonoma di destinazione.

La progettazione dovrebbe includere la definizione degli stati e delle modalità del sistema, insieme alle transizioni tra di essi, per garantire operazioni autonome sicure e un'efficace dimostrazione delle collaborazioni e delle interazioni robot-robot e uomo-robot (passive, attive, adattive) a TRL4.

Il progetto dovrebbe anche descrivere in che modo la tecnologia proposta può essere scalata per soddisfare tutte le dimensioni dell'applicazione commerciale prevista in futuro.

È consentito l'utilizzo di robot industriali esistenti o la modifica di strumenti di costruzione esistenti adeguati. Tuttavia, questi approcci possono incontrare limitazioni dell'area di lavoro quando vengono ridimensionati a dimensioni commerciali complete. Al contrario, in futuro nuove piattaforme multirobotiche relative potrebbero sfruttare appieno le opportunità del sistema materiale-robot, indipendentemente dalle limitazioni di scalabilità.

Obiettivo 3:

Ottenere una dimostrazione TRL4 di una sequenza di assemblaggio autonoma utilizzando il sistema di costruzione dimostrativo sviluppato nell'Obiettivo 1, eseguito dalla piattaforma collaborativa multi-robotica mobile autonoma sviluppata nell'Obiettivo 2. La dimostrazione di una successiva sequenza di smontaggio è facoltativa ma consigliata se il sistema di costruzione è progettato per lo smontaggio. La dimostrazione si svolgerà in un ambiente di laboratorio, inclusi test che esplorano la resilienza e i limiti del sistema in condizioni reali controllate e non strutturate (ad esempio tolleranza ai guasti, superfici irregolari granulari, ostacoli ambientali). Questi test mirano a identificare i principali punti deboli e a raccomandare i futuri sviluppi tecnologici.

L'obiettivo specifico di questa sfida è quello di far progredire la catena digitalizzata della produzione modulare off-site con l'assemblaggio collaborativo multi-robotico mobile autonomo in loco. Pertanto, la stampa 3D in loco di materiali cementizi o polimeri come attività di costruzione primaria esula dall'ambito di questa sfida.

Risultati e impatti attesi:

Questa sfida contribuisce al Green Deal europeo, alla strategia europea per l'IA e ai principali orientamenti strategici di Horizon Europe per le transizioni digitale e verde del settore delle costruzioni. Gli impatti previsti di questa sfida includono la risoluzione delle probabili carenze e della concorrenza nei mercati del lavoro, il miglioramento della produttività e della competitività nel settore delle costruzioni e il miglioramento della sicurezza dei lavoratori. Facilita il passaggio alla fabbricazione industriale fuori sede abbinata al montaggio e allo smontaggio in loco, riducendo le emissioni derivanti dalle attività di costruzione in loco, abbassando i costi e mitigando i rischi associati ai progetti di costruzione. Questa sfida fungerà anche da faro per l'industrializzazione in importanti aree politiche, come l'edilizia abitativa a prezzi

accessibili, l'ondata di ristrutturazioni, l'edilizia circolare e lo sviluppo delle infrastrutture.

Il campo della robotica mobile per le costruzioni, in particolare dei robot collaborativi eterogenei che assemblano elementi costruttivi discreti, è impegnativo e multidisciplinare. Dato lo stato nascente delle tecnologie abilitanti, si prevede che l'impatto cumulativo del portafoglio di progetti Pathfinder supererà quello dei singoli progetti. I consorzi beneficeranno dell'apprendimento reciproco e dello scambio di approcci e competenze in settori quali la mappatura, la navigazione e la sensibilizzazione sugli ambienti non strutturati, la manipolazione consapevole della forza, i collettivi di sciame, nonché i percorsi di commercializzazione. Inoltre, i consorzi saranno incoraggiati a collaborare allo sviluppo di metriche di performance e a comunicare i loro risultati al grande pubblico al fine di accelerare l'adozione di queste innovazioni radicali da parte del settore. Si prevede che tali preziose attività di portafoglio congiunte saranno discusse e concordate dai progetti finanziati. Il portafoglio di progetti selezionati mirerà a coprire una serie complementare di progetti che abbracciano i settori "applicazione" e "approccio" specificati di seguito e le loro combinazioni:

- Campi di applicazione (sovrastuttura, sottostruttura, preparazione del sito, edilizia, infrastrutture, altre costruzioni, tipo di ambiente target).
- Approccio (tipo di robot, numero di agenti, strategia di coordinamento, livello di autonomia, strategia per la stabilità durante la sequenza di assemblaggio, sensori multimodali, strategia di resilienza per la variabilità ambientale, tipo di elementi costruttivi discreti e fissaggi, livello di integrazione del sistema materiale-robot).

Condizioni specifiche

Le candidature per questa sfida con elementi che riguardano l'evoluzione delle reti di comunicazione europee (5G, post-5G e altre tecnologie legate all'evoluzione delle reti di comunicazione europee) saranno soggette a restrizioni per la protezione delle reti di comunicazione europee (cfr. allegato II – sezione B1)

Criteri di eleggibilità:

Per poter presentare la candidatura, la proposta deve soddisfare i requisiti generali di idoneità (cfr. allegato 2 al bando) e i requisiti specifici di idoneità per la sfida.

Si prega di verificare gli elementi particolari (ad esempio, l'oggetto specifico della candidatura o la tecnologia) nel capitolo relativo alla sfida.

Le sfide EIC Pathfinder sostengono la ricerca e l'innovazione collaborative o individuali da parte di consorzi o di singoli soggetti giuridici stabiliti in uno Stato membro o in un paese associato (salvo diversamente specificato nel capitolo dedicato alla sfida specifica).

Nel caso di un consorzio, la proposta deve essere presentata dal coordinatore per conto del consorzio.

I consorzi di due entità devono essere composti da entità giuridiche indipendenti di due diversi Stati membri o paesi associati. I consorzi di tre o più entità devono includere come beneficiari almeno tre entità giuridiche, indipendenti l'una dall'altra e ciascuna stabilita in un paese diverso, come segue:

- almeno un'entità giuridica stabilita in uno Stato membro; e
- almeno altre due entità giuridiche indipendenti, ciascuna stabilita in diversi Stati membri o paesi associati.

Le entità giuridiche possono essere, ad esempio, università, organismi di ricerca, PMI, start-up, persone fisiche. Nel caso di progetti con un unico beneficiario, non saranno ammesse le medie imprese e le grandi

imprese.

2. Paesi ammissibili

Sono descritti nell'allegato 2 del programma di lavoro EIC 2025.

3. Altre condizioni di ammissibilità

Sono descritte nel programma di lavoro EIC 2025.

Contributo finanziario:

Il bilancio indicativo totale per il presente invito EIC Pathfinder Challenges 2025 (HORIZON-EIC-2025-PATHFINDERCHALLENGES-01) è di 120 milioni di EUR, che dovrebbero essere assegnati in quote approssimativamente uguali tra le sfide. Riceverai una sovvenzione per un'azione di ricerca e innovazione a copertura dei costi ammissibili necessari per l'attuazione del tuo progetto, comprese le attività del portfolio. Per il presente invito, il CEI prende in considerazione le proposte con un contributo dell'UE fino a 4 milioni di EUR, se del caso. Tuttavia, ciò non preclude la possibilità di richiedere importi maggiori, se debitamente giustificati o diversamente indicati nella specifica Challenge. Il tasso di finanziamento di questa sovvenzione sarà pari al 100% dei costi ammissibili. I costi ammissibili assumeranno la forma di una somma forfettaria e l'importo sarà determinato durante il processo di valutazione. I richiedenti devono pertanto proporre l'importo della somma forfettaria sulla base della stima dei costi del progetto, come definito nella decisione del 7 luglio 2021 che autorizza l'uso dei contributi forfettari nell'ambito del programma Orizzonte Europa – il quadro

Programma per la ricerca e l'innovazione (2021-2027) – e nelle azioni nell'ambito del programma di ricerca e formazione della Comunità europea dell'energia atomica (2021-2025). Si consiglia di includere un pacchetto di lavoro dedicato alle attività di portafoglio e di destinare ad esso almeno 10 persone/mese. Oltre ai finanziamenti, i candidati selezionati riceveranno un accesso su misura a un'ampia gamma di servizi di accelerazione delle imprese (cfr. sezione V) e interazioni con i gestori dei programmi del CEI e altre azioni nel portafoglio di progetti selezionati (cfr. sezione I). I progetti finanziati tramite EIC Pathfinder (comprese le sovvenzioni derivanti da alcuni inviti pilota EIC Pathfinder, FET-Open e Proactive) possono essere ammissibili:

- ricevere sovvenzioni di sostegno di importo fisso non superiore a 50 000 EUR per intraprendere attività complementari volte a esplorare potenziali percorsi di commercializzazione o per attività in portafoglio (cfr. allegato 5);
- presentare una proposta di transizione del CEI (cfr. la sezione III per ulteriori informazioni sulle condizioni di ammissibilità);
- presentare una proposta di acceleratore del CEI tramite il sistema Fast Track (cfr. allegato 3);
- partecipare al programma "Next Generation Innovation Talents" (descritto nel glossario). I costi del personale dei ricercatori che partecipano a questo programma sono ammissibili nell'ambito delle convenzioni di sovvenzione EIC Pathfinder. Il modello di convenzione di sovvenzione è disponibile sul portale dei finanziamenti e delle gare d'appalto dell'UE.

Scadenza:

29 Ottobre 2025 17:00:00 Brussels time

Ulteriori informazioni:

[5e1eb75f-e437-477f-9ee9-ef54ff6387fd_en](https://e1eb75f-e437-477f-9ee9-ef54ff6387fd_en)