

Situation Awareness for Autonomous Surgical Robots: On the Handling of Rare Events

Authors: [Eleonora Tagliabue](#), [Maria-Camilla Fiazza](#), [Marco Bombieri](#)

Presenting Author: [Eleonora Tagliabue](#)

Contact: eleonora.tagliabue@univr.it or mariacamilla.fiazza@univr.it

Lingua di presentazione: disponibilità sia all'italiano che all'inglese

Lingua del contributo scritto: inglese

Sezione: Symposium (gruppo progetto ARS/Robotica), con disponibilità a passare al formato tradizionale, se gli organizzatori lo preferiscono.

Bio (60 words)

Eleonora Tagliabue è laureata in Ingegneria Biomedica al Politecnico di Milano e alla University of Illinois at Chicago. È attualmente dottoranda presso il laboratorio di robotica Altair dell'Università di Verona. Nel suo dottorato, parte del progetto ARS ("Autonomous Robotic Surgery"), utilizza metodi di intelligenza artificiale per creare modelli biomeccanici personalizzati, che possano fornire supporto ad un sistema robotico chirurgico autonomo.

Abstract (2707 chars)

Nell'ambito dell'apprendimento automatico, un problema aperto riguarda la gestione del rapporto norma/eccezione e generale/istanza. Questo contributo discute questo aspetto nell'ambito del progetto ARS ("Autonomous Robotic Surgery"), nel dominio applicativo della chirurgia robotica.

La difficoltà principale nello sviluppo di robot autonomi consiste nell'insegnare alla macchina come reagire alle diverse situazioni che può incontrare. Si può trasferire la conoscenza basandosi su modelli noti a priori, oppure la macchina può inferirla direttamente a partire da un insieme di dati rappresentativi. In entrambi i casi, ci si scontra con il problema dell'incompletezza: il modello è un'approssimazione e può non essere in grado di rappresentare tutta la variabilità di casi, oppure i dati a disposizione possono non comprendere tutti i casi rilevanti. I sistemi di apprendimento automatico ragionano quindi apprendendo una norma, un comportamento "medio".

La fragilità dell'apprendimento automatico si rivela quando si verificano i casi rari, eventi marginali non descritti dalla modellazione o assenti dai dataset a causa della loro bassa probabilità di occorrenza —uno ogni diecimila, ogni centomila casi o più. In ARS, i casi rari possono corrispondere a variabili anatomiche o patologie rare—cioè sono rari perché si verificano di rado nel mondo—oppure a situazioni di errore del sistema — che sono rare grazie allo sforzo umano di renderle tali.

La sfida per un sistema autonomo sta innanzitutto nel riconoscere che si è di fronte ad un evento raro, e trattarlo quindi a parte. In generale, molti sistemi si accontentano di non gestire queste situazioni. Tuttavia, in robotica chirurgica questo approccio non è praticabile: dietro un evento raro c'è la vita di una persona e non vedere un evento raro è non vedere una persona.

Farsi carico degli eventi rari implica una risposta a livello di *architettura* di elaborazione delle informazioni. Anche se può sembrare controintuitivo, per sviluppare sistemi sicuri bisogna innanzitutto tenere conto della presenza dei casi al margine, e poi si può riassumere la variabilità rimanente in un modello generale. Partendo da questo generale si possono poi scoprire le eventuali altre situazioni rare che non erano prevedibili o note a priori.

Considerare gli eventi rari richiede di prendere posizione nel dibattito su come riconciliare metodi di apprendimento basati su modelli e metodi basati sui dati. L'obiettivo è realizzare una vera *situation awareness* per i robot chirurgici; la strada passa dallo sviluppo di una tecnologia sensibile ai confini e alle interfacce, attenta agli eventi marginali e capace di estrarre tutto il loro contenuto informativo.