STIIMA

Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti per il Manifatturiero Avanzato

Consiglio Nazionale delle Ricerche

COVER

fondata nel 1975 SIRI Associazione Italiana di Robotica e Automazione

La sicurezza nell'interazione uomo-robot: dall'industria all'agricoltura

11/06/2021

Dr. Marcello Valori

DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE · Fraunhofer IFF · cea · Roessingh Research and Development · Consiglio Nazionale delle Ricerche

Sommario

- Perché i robot?
- Concetti preliminari
- Robot industriali e collaborazione uomo-robot
- Il progetto H2020 COVR
- La sicurezza in robotica
- C1 – Riconoscimento di ostacoli
- C2 – Valutazione del contatto uomo-robot
- Conclusioni

Perché i robot?

STIIMA

COVER

Perché i robot?

- Performance
- Qualità
- Produttività/costi
- …

Perché i robot?

- Performance
- Qualità
- Produttività/costi
- …
- **Sostituire l'uomo**

  nelle attività ''4d'':

  Dull *Dangerous*

  Dirty *Delicate*

Perché i robot?

- Performance
- Qualità
- Produttività/costi
- …
- **Sostituire l'uomo**

  nelle attività ''4d'':

  Dull *Dangerous*

  Dirty *Delicate*

+ Soddisfazione lavorativa

+ Salute

+ Sicurezza

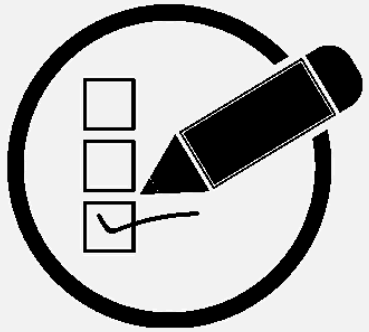
Concetti preliminari

Direttive

«Una direttiva è un atto legislativo che stabilisce un obiettivo che tutti i paesi dell'UE devono realizzare. Tuttavia, spetta ai singoli paesi definire attraverso disposizioni nazionali come tali obiettivi vadano raggiunti.»
Es: la Direttiva Macchine (2006/42/CE) è recepita in Italia attraverso il D. Lgs. 27/01/2010 n.17

Standard

Gli standard («norme tecniche») sono documenti tecnici che scaturiscono da un certo consenso di una comunità di riferimento sullo stato dell'arte in merito ad un argomento specifico. L'applicazione degli standard è volontaria.
Gli standard «armonizzati» sono sviluppati o riconosciuti da un ente di normazione europeo. La loro applicazione conferisce una «presunzione di conformità».



Classificazione dei robot (basata su EN ISO 8373:2012 e ISO/TR 23482-2:2019)

Robot industriali

- Manipolatori
- Robot mobili

Robot di servizio

- Robot medicali
- Robot professionali (Es: uso in ambito agricolo)
- Robot per la cura personale
- Robot «domestici»

Classificazione dei robot (basata su EN ISO 8373:2012 e ISO/TR 23482-2:2019)

Robot industriali

Manipolatori	EN ISO 10218-1:2011, -2:2011
Robot mobili	EN ISO 3691-4:2020

Robot di servizio

Robot medicali	IEC 80601-2-77:2019, -78:2020
Robot professionali	EN ISO 18497:2018
Robot per la cura personale	EN ISO 13482:2014
Robot «domestici»	IEC 62489:2016

Classificazione dei robot (basata su EN ISO 8373:2012 e ISO/TR 23482-2:2019)

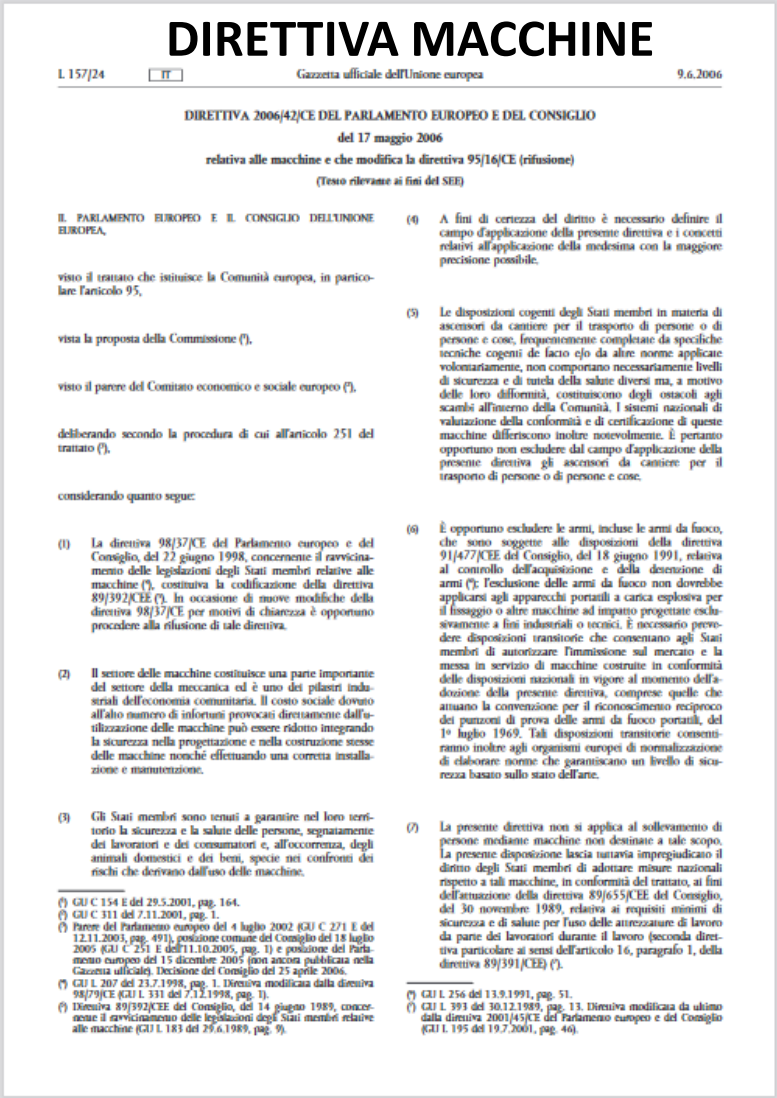
Robot industriali

- Manipolatori
- Robot mobili

Robot di servizio

- Robot medicali
- Robot professionali
- Robot per la cura personale
- Robot «domestici»

DIRETTIVA MACCHINE



L 157/24 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 9.6.2006

DIRETTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 17 maggio 2006

relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione)

(Testo rilevante ai fini del SEE)

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 95,

vista la proposta della Commissione (1),

visto il parere del Comitato economico e sociale europeo (2),

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 251 del trattato (3),

considerando quanto segue:

(1) La direttiva 98/37/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 giugno 1998, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (4), costituiva la codificazione della direttiva 89/392/CEE (5). In occasione di nuove modifiche della direttiva 98/37/CE per motivi di chiarezza è opportuno procedere alla rifusione di tale direttiva.

(2) Il settore delle macchine costituisce una parte importante del settore della meccanica ed è uno dei pilastri industriali dell'economia comunitaria. Il costo sociale dovuto all'alto numero di infortuni provocati direttamente dall'utilizzazione delle macchine può essere ridotto integrando la sicurezza nella progettazione e nella costruzione stesse delle macchine nonché effettuando una corretta installazione e manutenzione.

(3) Gli Stati membri sono tenuti a garantire nel loro territorio la sicurezza e la salute delle persone, segnatamente dei lavoratori e dei consumatori e, all'occorrenza, degli animali domestici e dei beni, specie nei confronti dei rischi che derivano dall'uso delle macchine.

(4) A fini di certezza del diritto è necessario definire il campo d'applicazione della presente direttiva e i concetti relativi all'applicazione della medesima con la maggiore precisione possibile.

(5) Le disposizioni cogenti degli Stati membri in materia di ascensori da cantiere per il trasporto di persone o di persone e cose, frequentemente completate da specifiche tecniche cogenti de facto e/o da altre norme applicate volontariamente, non comportano necessariamente livelli di sicurezza e di tutela della salute diversi ma, a motivo delle loro difformità, costituiscono degli ostacoli agli scambi all'interno della Comunità. I sistemi nazionali di valutazione della conformità e di certificazione di queste macchine differiscono inoltre notevolmente. È pertanto opportuno non escludere dal campo d'applicazione della presente direttiva gli ascensori da cantiere per il trasporto di persone o di persone e cose.

(6) È opportuno escludere le armi, incluse le armi da fuoco, che sono soggette alle disposizioni della direttiva 91/477/CEE del Consiglio, del 18 giugno 1991, relativa al controllo dell'acquisizione e della detenzione di armi (6); l'esclusione delle armi da fuoco non dovrebbe applicarsi agli apparecchi portatili a carica esplosiva per il fissaggio o altre macchine ad impatto progettate esclusivamente a fini industriali o tecnici. È necessario prevedere disposizioni transitorie che consentano agli Stati membri di autorizzare l'immissione sul mercato e la messa in servizio di macchine costruite in conformità delle disposizioni nazionali in vigore al momento dell'adozione della presente direttiva, comprese quelle che attuano la convenzione per il riconoscimento reciproco dei punzoni di prova delle armi da fuoco portatili, del 1° luglio 1969. Tali disposizioni transitorie consentiranno inoltre agli organismi europei di normalizzazione di elaborare norme che garantiscano un livello di sicurezza basato sullo stato dell'arte.

(7) La presente direttiva non si applica al sollevamento di persone mediante macchine non destinate a tale scopo. La presente disposizione lascia tuttavia impregiudicato il diritto degli Stati membri di adottare misure nazionali rispetto a tali macchine, in conformità del trattato, ai fini dell'attuazione della direttiva 89/655/CEE del Consiglio, del 30 novembre 1989, relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori durante il lavoro (seconda direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) (7).

(1) GU C 154 E del 29.5.2001, pag. 164.
(2) GU C 311 del 7.11.2001, pag. 1.
(3) Parere del Parlamento europeo del 4 luglio 2002 (GU C 271 E del 12.11.2003, pag. 491), posizione comune del Consiglio del 18 luglio 2005 (GU C 251 E del 11.10.2005, pag. 1) e posizione del Parlamento europeo del 15 dicembre 2005 (non ancora pubblicata nella Gazzetta ufficiale). Decisione del Consiglio del 25 aprile 2006.
(4) GU L 207 del 23.7.1998, pag. 1. Direttiva modificata dalla direttiva 98/79/CE (GU L 331 del 7.12.1998, pag. 1).
(5) Direttiva 89/392/CEE del Consiglio, del 14 giugno 1989, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (GU L 183 del 29.6.1989, pag. 9).
(6) GU L 256 del 13.9.1991, pag. 51.
(7) GU L 393 del 30.12.1989, pag. 13. Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 2001/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (GU L 195 del 19.7.2001, pag. 46).

Classificazione dei robot (basata su EN ISO 8373:2012 e ISO/TR 23482-2:2019)

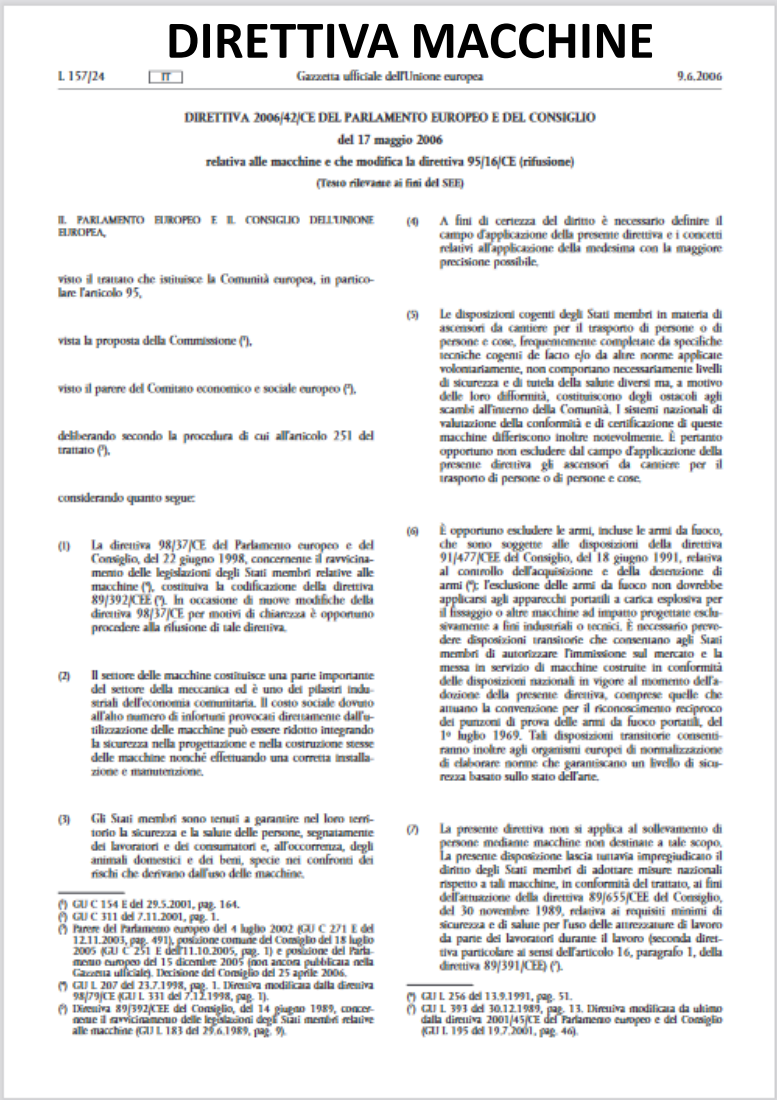
Robot industriali

- Manipolatori
- Robot mobili

Robot di servizio

- Robot medicali
- Robot professionali
- Robot per la cura personale
- Robot «domestici»

DIRETTIVA MACCHINE



L 157/24 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 9.6.2006

DIRETTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 17 maggio 2006

relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione)

(Testo rilevante ai fini del SEE)

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 95,

vista la proposta della Commissione (1),

visto il parere del Comitato economico e sociale europeo (2),

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 251 del trattato (3),

considerando quanto segue:

(1) La direttiva 98/37/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 giugno 1998, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (4), costituiva la codificazione della direttiva 89/392/CEE (5). In occasione di nuove modifiche della direttiva 98/37/CE per motivi di chiarezza è opportuno procedere alla rifusione di tale direttiva.

(2) Il settore delle macchine costituisce una parte importante del settore della meccanica ed è uno dei pilastri industriali dell'economia comunitaria. Il costo sociale dovuto all'alto numero di infortuni provocati direttamente dall'utilizzazione delle macchine può essere ridotto integrando la sicurezza nella progettazione e nella costruzione stesse delle macchine nonché effettuando una corretta installazione e manutenzione.

(3) Gli Stati membri sono tenuti a garantire nel loro territorio la sicurezza e la salute delle persone, segnatamente dei lavoratori e dei consumatori e, all'occorrenza, degli animali domestici e dei beni, specie nei confronti dei rischi che derivano dall'uso delle macchine.

(4) A fini di certezza del diritto è necessario definire il campo d'applicazione della presente direttiva e i concetti relativi all'applicazione della medesima con la maggiore precisione possibile.

(5) Le disposizioni cogenti degli Stati membri in materia di ascensori da cantiere per il trasporto di persone o di persone e cose, frequentemente completate da specifiche tecniche cogenti de facto e/o da altre norme applicate volontariamente, non comportano necessariamente livelli di sicurezza e di tutela della salute diversi ma, a motivo delle loro difformità, costituiscono degli ostacoli agli scambi all'interno della Comunità. I sistemi nazionali di valutazione della conformità e di certificazione di queste macchine differiscono inoltre notevolmente. È pertanto opportuno non escludere dal campo d'applicazione della presente direttiva gli ascensori da cantiere per il trasporto di persone o di persone e cose.

(6) È opportuno escludere le armi, incluse le armi da fuoco, che sono soggette alle disposizioni della direttiva 91/477/CEE del Consiglio, del 18 giugno 1991, relativa al controllo dell'acquisizione e della detenzione di armi (6); l'esclusione delle armi da fuoco non dovrebbe applicarsi agli apparecchi portatili a carica esplosiva per il fissaggio o altre macchine ad impatto progettate esclusivamente a fini industriali o tecnici. È necessario prevedere disposizioni transitorie che consentano agli Stati membri di autorizzare l'immissione sul mercato e la messa in servizio di macchine costruite in conformità delle disposizioni nazionali in vigore al momento dell'adozione della presente direttiva, comprese quelle che attuano la convenzione per il riconoscimento reciproco dei punzoni di prova delle armi da fuoco portatili, del 1° luglio 1969. Tali disposizioni transitorie consentiranno inoltre agli organismi europei di normalizzazione di elaborare norme che garantiscano un livello di sicurezza basato sullo stato dell'arte.

(7) La presente direttiva non si applica al sollevamento di persone mediante macchine non destinate a tale scopo. La presente disposizione lascia tuttavia impregiudicato il diritto degli Stati membri di adottare misure nazionali rispetto a tali macchine, in conformità del trattato, ai fini dell'attuazione della direttiva 89/655/CEE del Consiglio, del 30 novembre 1989, relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori durante il lavoro (seconda direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) (7).

(1) GU C 154 E del 29.5.2001, pag. 164.
(2) GU C 311 del 7.11.2001, pag. 1.
(3) Parere del Parlamento europeo del 4 luglio 2002 (GU C 271 E del 12.11.2003, pag. 491), posizione comune del Consiglio del 18 luglio 2005 (GU C 251 E del 11.10.2005, pag. 1) e posizione del Parlamento europeo del 15 dicembre 2005 (non ancora pubblicata nella Gazzetta ufficiale). Decisione del Consiglio del 25 aprile 2006.
(4) GU L 207 del 23.7.1998, pag. 1. Direttiva modificata dalla direttiva 98/79/CE (GU L 331 del 7.12.1998, pag. 1).
(5) Direttiva 89/392/CEE del Consiglio, del 14 giugno 1989, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (GU L 183 del 29.6.1989, pag. 9).
(6) GU L 256 del 13.9.1991, pag. 51.
(7) GU L 393 del 30.12.1989, pag. 13. Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 2001/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (GU L 195 del 19.7.2001, pag. 46).

Classificazione dei robot (basata su EN ISO 8373:2012 e ISO/TR 23482-2:2019)

Robot industriali

«quasi-macchine: insiemi che costituiscono quasi una macchina, ma che, da soli, non sono in grado di garantire un'applicazione ben determinata.»

Robot di servizio

«macchina:

- *insieme equipaggiato o destinato ad essere equipaggiato di un sistema di azionamento diverso dalla forza umana o animale diretta, composto di parti o di componenti, di cui almeno uno mobile, collegati tra loro solidamente **per un'applicazione ben determinata**;*
- *...»*

DIRETTIVA MACCHINE

L 157/24 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 9.6.2006

DIRETTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 17 maggio 2006

relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione)

(Testo rilevante ai fini del SEE)

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 95,

vista la proposta della Commissione (1),

visto il parere del Comitato economico e sociale europeo (2),

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 251 del trattato (3),

considerando quanto segue:

(1) La direttiva 98/37/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 giugno 1998, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (4), costituiva la codificazione della direttiva 89/392/CEE (5). In occasione di nuove modifiche della direttiva 98/37/CE per motivi di chiarezza è opportuno procedere alla rifusione di tale direttiva.

(2) Il settore delle macchine costituisce una parte importante del settore della meccanica ed è uno dei pilastri industriali dell'economia comunitaria. Il costo sociale dovuto all'alto numero di infortuni provocati direttamente dall'utilizzazione delle macchine può essere ridotto integrando la sicurezza nella progettazione e nella costruzione stesse delle macchine nonché effettuando una corretta installazione e manutenzione.

(3) Gli Stati membri sono tenuti a garantire nel loro territorio la sicurezza e la salute delle persone, segnatamente dei lavoratori e dei consumatori e, all'occorrenza, degli animali domestici e dei beni, specie nei confronti dei rischi che derivano dall'uso delle macchine.

(4) A fini di certezza del diritto è necessario definire il campo d'applicazione della presente direttiva e i concetti relativi all'applicazione della medesima con la maggiore precisione possibile.

(5) Le disposizioni cogenti degli Stati membri in materia di ascensori da cantiere per il trasporto di persone o di persone e cose, frequentemente completate da specifiche tecniche cogenti de facto e/o da altre norme applicate volontariamente, non comportano necessariamente livelli di sicurezza e di tutela della salute diversi ma, a motivo delle loro difformità, costituiscono degli ostacoli agli scambi all'interno della Comunità. I sistemi nazionali di valutazione della conformità e di certificazione di queste macchine differiscono inoltre notevolmente. È pertanto opportuno non escludere dal campo d'applicazione della presente direttiva gli ascensori da cantiere per il trasporto di persone o di persone e cose.

(6) È opportuno escludere le armi, incluse le armi da fuoco, che sono soggette alle disposizioni della direttiva 91/477/CEE del Consiglio, del 18 giugno 1991, relativa al controllo dell'acquisizione e della detenzione di armi (6); l'esclusione delle armi da fuoco non dovrebbe applicarsi agli apparecchi portatili a carica esplosiva per il fissaggio o altre macchine ad impatto progettate esclusivamente a fini industriali o tecnici. È necessario prevedere disposizioni transitorie che consentano agli Stati membri di autorizzare l'immissione sul mercato e la messa in servizio di macchine costruite in conformità delle disposizioni nazionali in vigore al momento dell'adozione della presente direttiva, comprese quelle che attuano la convenzione per il riconoscimento reciproco dei punzoni di prova delle armi da fuoco portatili, del 1° luglio 1969. Tali disposizioni transitorie consentiranno inoltre agli organismi europei di normalizzazione di elaborare norme che garantiscano un livello di sicurezza basato sullo stato dell'arte.

(7) La presente direttiva non si applica al sollevamento di persone mediante macchine non destinate a tale scopo. La presente disposizione lascia tuttavia impregiudicato il diritto degli Stati membri di adottare misure nazionali rispetto a tali macchine, in conformità del trattato, ai fini dell'attuazione della direttiva 89/655/CEE del Consiglio, del 30 novembre 1989, relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori durante il lavoro (seconda direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) (7).

(1) GU C 154 E del 29.5.2001, pag. 164.
(2) GU C 311 del 7.11.2001, pag. 1.
(3) Parere del Parlamento europeo del 4 luglio 2002 (GU C 271 E del 12.11.2003, pag. 491), posizione comune del Consiglio del 18 luglio 2005 (GU C 251 E del 11.10.2005, pag. 1) e posizione del Parlamento europeo del 15 dicembre 2005 (non ancora pubblicata nella Gazzetta ufficiale). Decisione del Consiglio del 25 aprile 2006.
(4) GU L 207 del 23.7.1998, pag. 1. Direttiva modificata dalla direttiva 98/79/CE (GU L 331 del 7.12.1998, pag. 1).
(5) Direttiva 89/392/CEE del Consiglio, del 14 giugno 1989, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (GU L 183 del 29.6.1989, pag. 9).
(6) GU L 256 del 13.9.1991, pag. 51.
(7) GU L 393 del 30.12.1989, pag. 13. Direttiva modificata da ultimo dalla direttiva 2001/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (GU L 195 del 19.7.2001, pag. 46).

Classificazione dei robot (basata su EN ISO 8373:2012 e ISO/TR 23482-2:2019)

Robot industriali

- Basso livello di interazione uomo-robot
- Task ripetitivi;
- Ambienti strutturati;
- Utenti esperti

Robot di servizio

- Livello di interazione uomo-robot variabile (anche alto)
- Attività differenti
- Ambiente operativo per lo più non strutturato
- Possibilità di utenti inesperti e non formati

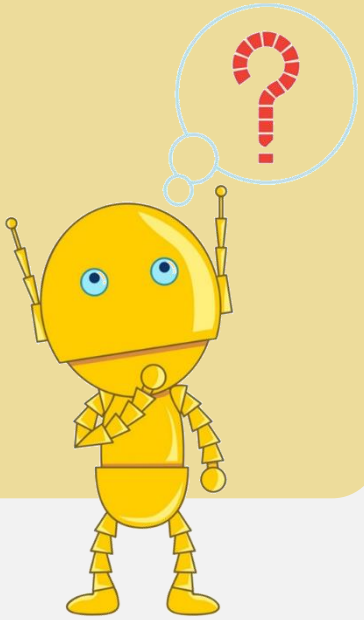
Classificazione dei robot (basata su EN ISO 8373:2012 e ISO/TR 23482-2:2019)

Robot industriali

- Basso livello di interazione uomo-robot
- Task ripetitivi;
- Ambienti strutturati;
- Utenti esperti

Robot di servizio

- Livello di interazione uomo-robot variabile (anche alto)
- Attività differenti
- Ambiente operativo per lo più non strutturato
- Possibilità di utenti inesperti e non formati



Robot industriali e collaborazione uomo-robot

1967 - Unimate robot mostrato al Biltmore Hotel di Los Angeles

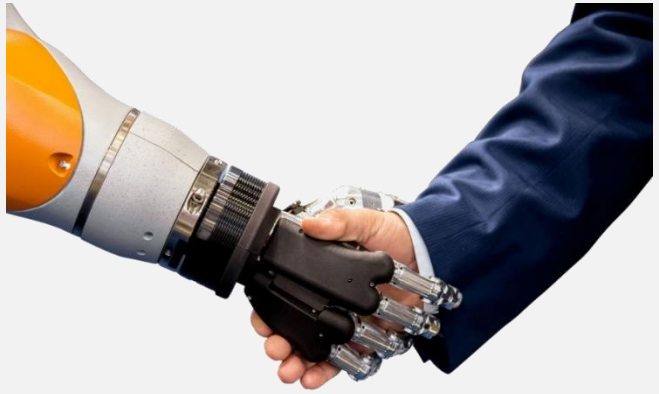
Source: Photo by Frank Q. Brown / Los Angeles Times Archive, UCLA

Robot industriali e collaborazione uomo-robot

STIIMA

1967 - Unimate robot mostrato al Biltmore Hotel di Los Angeles

Source: Photo by Frank Q. Brown / Los Angeles Times Archive, UCLA

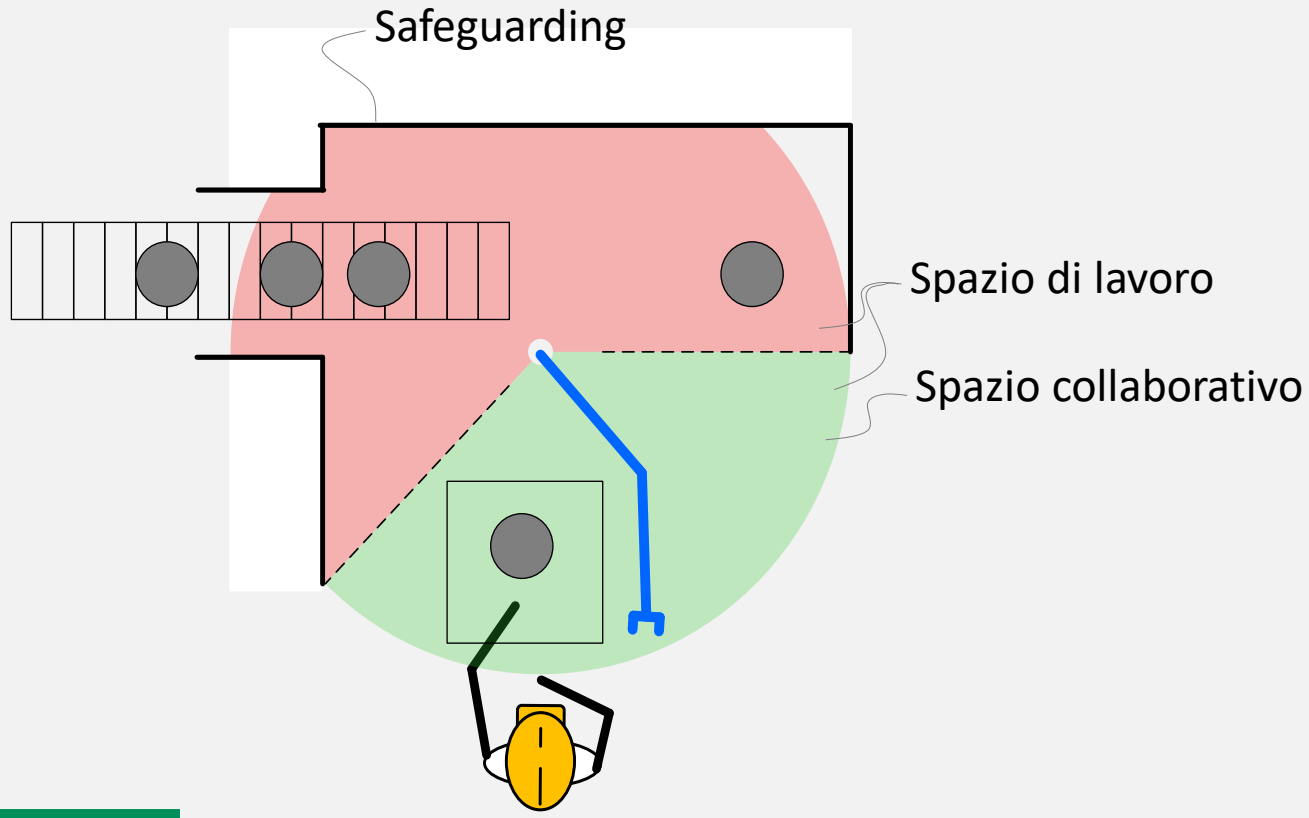


Source: International Federation of Robotics https://ifr.org/

COVER

Robot industriali e collaborazione uomo-robot

ISO/TS 15066:2016 Robot and robotic devices – Collaborative robots



Safety-rated monitored stop

Hand Guiding

Speed and separation monitoring

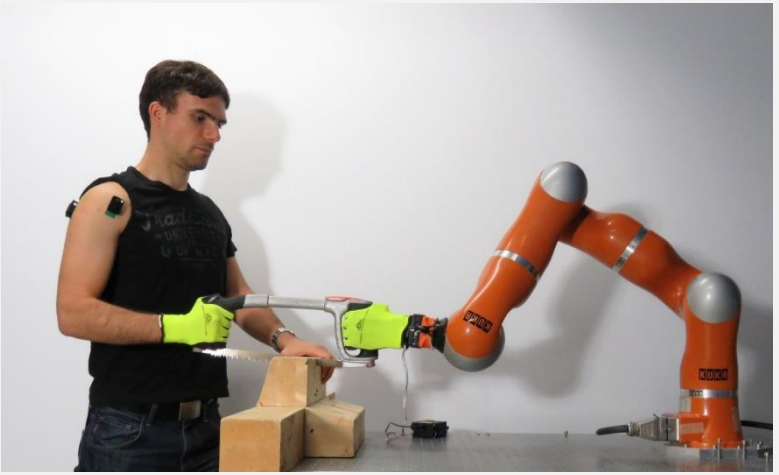
Power force limitation

collaborazione uomo-robot

https://www.universal-robots.com/

https://www.appharvest.com/

https://www.safearoundrobots.com/toolkit/casestories



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human-Robot-Collaboration-Sawing-2016-Luka-Peternel.jpg

COVR - Being safe around collaborative and versatile robots in shared spaces

2018-2021

Accelerare la diffusione di cobot in differenti domini attraverso la promozione della cultura della sicurezza nell'interazione uomo-robot, con focus particolare sui processi di validazione

- **Realizzare un Toolkit online** di supporto per gli sviluppatori di applicazioni "cobotiche" durante tutto il ciclo di setup.
- **Ridurre complessità e tempi** nella verifica della sicurezza.
- **Sviluppare protocolli di validazione**.
- **Creare un network di testing hubs** in UE.

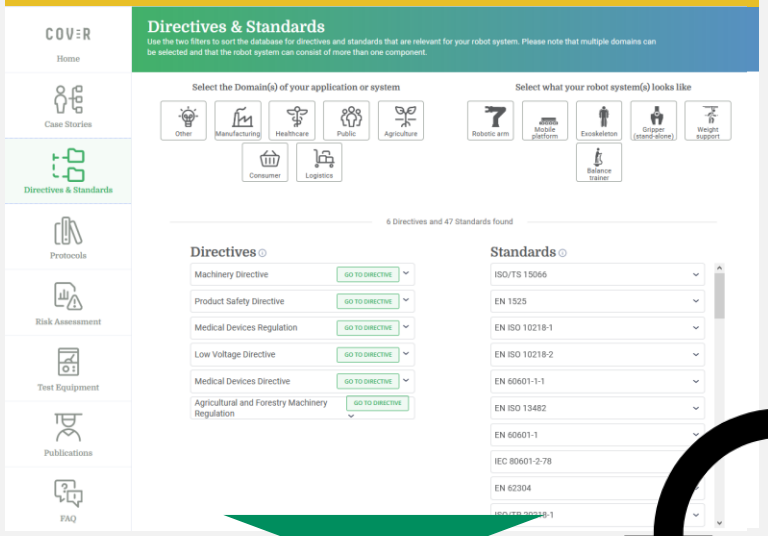
COVER

H2020 R&I ICT-27-2017: System abilities, SME & benchmarking actions, safety certification. G.A. 779966

Il progetto H2020 COVR

STIIMA

Toolkit Online



60 progetti finanziati

"COVR community"

- 40 Technology developers
- 36 RTO/Universities
- 14 End-users
- 12 Integrators
- (6 Other)

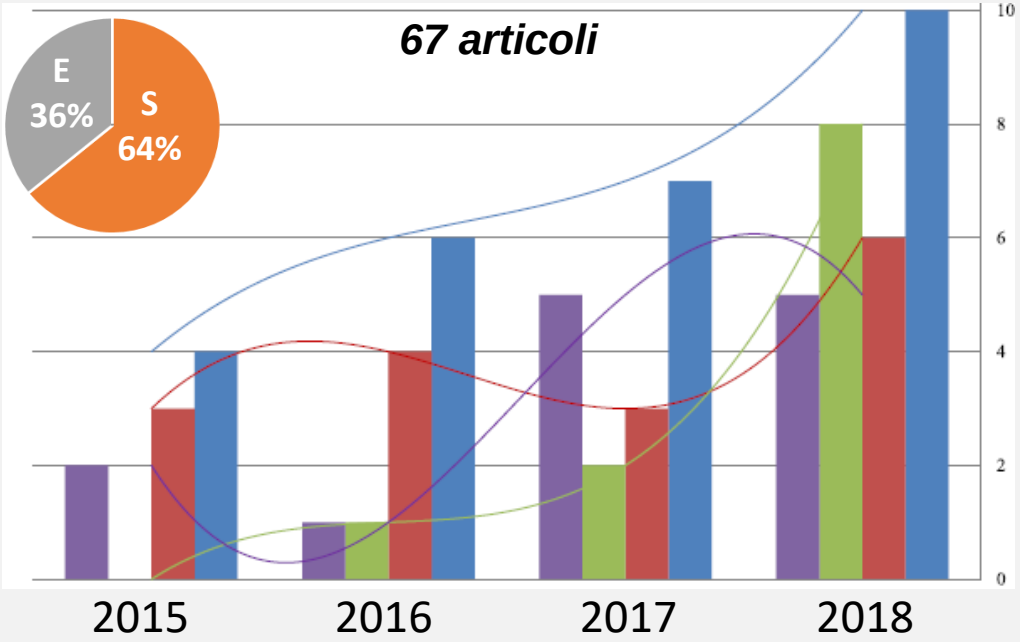
Protocolli di test

www.safearoundrobots.com

Valori et al, ***Validating Safety in Human–Robot Collaboration: Standards and New Perspectives****. MDPI Robotics, 2021*

La sicurezza in robotica

- Robotica collaborativa pone nuove sfide
- Interesse scientifico in aumento



Sicurezza
- Evitare il contatto
- Individuazione e mitigazione del contatto

Ergonomia
- Fisica
- Cognitiva ed organizzativa

*Gualtieri et al, **Emerging research fields in safety and ergonomics in industrial collaborative robotics: A systematic literature review**. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 2021*

La sicurezza in robotica

STIIMA

UNI EN ISO 12100:2010 - Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio

- **Danno**: lesione fisica o danno alla salute (es: conseguenze di un urto)
- **Pericolo**: potenziale sorgente di danno (es: organi in movimento)
- **Rischio**: misura della possibilità di trasformare il pericolo in danno

GRAVITA'

del danno

che può verificarsi in relazione ad un pericolo

X

PROBABILITA' CHE SI VERIFICHI

il danno

- ESPOSIZIONE al danno
- FREQUENZA dell'evento pericoloso
  - guasti
  - errori
- ELIMINABILITA' del danno

→

RISCHIO

relativo ad un pericolo

COVER

La sicurezza in robotica (UNI EN ISO 12100)

STIIMA

Produttore

Valutazione del rischio

- Limiti del prodotto
- Possibili usi
- Requisiti di sicurezza
- Utenti

Misure di mitigazione del rischio

1. Design di machine sicure
2. Misure di sicurezza e protezione
3. Informazione dell'utente
   - Sulla macchina
   - Manualistica

Utilizzatore

Valutazione dei pericoli

- Condizioni interni
- Pericoli specifici (condizioni di lavoro)
- Operazioni svolte con e nei pressi del prodotto
- Utenza

Misure di protezione

1. Tecniche ed altro
2. Misure di sicurezza addizionali
3. Organizzative
   - Manuale operatore
   - Formazione
   - Accesso limitato
4. Misure di protezione individuali

COVER

La sicurezza in robotica (UNI EN ISO 12100)

STIIMA

UNI EN ISO 10218-1

Produttore

Valutazione del rischio

- Limiti del prodotto
- Possibili usi
- Requisiti di sicurezza
- Utenti

Misure di mitigazione del rischio

1. Design di machine sicure
2. Misure di sicurezza e protezione
3. Informazione dell'utente
   - Sulla macchina
   - Manualistica

UNI EN ISO 10218-2

Integratore

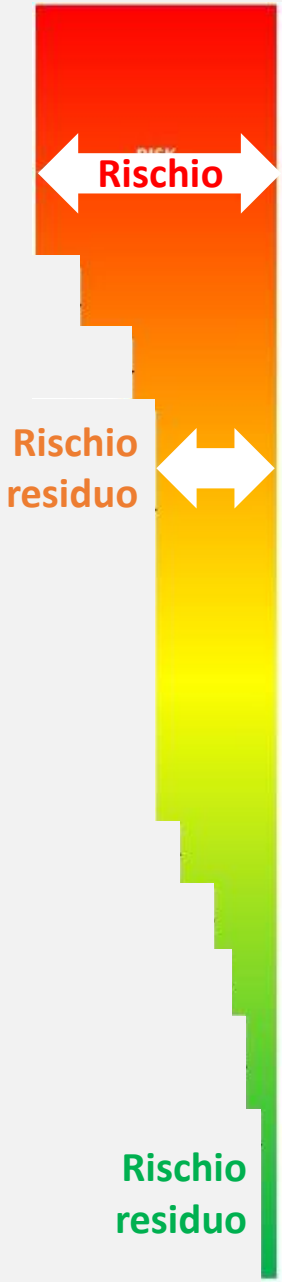
Utilizzatore

Valutazione dei pericoli

- Condizioni interni
- Pericoli specifici (condizioni di lavoro)
- Operazioni svolte con e nei pressi del prodotto
- Utenza

Misure di protezione

1. Tecniche ed altro
2. Misure di sicurezza addizionali
3. Organizzative
   - Manuale operatore
   - Formazione
   - Accesso limitato
4. Misure di protezione individuali



COVER

La sicurezza in robotica

UNI EN ISO 18497:2019 - Trattrici e macchine agricole - Sicurezza delle macchine altamente automatizzate - Principi per la progettazione

HAAM: “Highly automated agricultural machine”

- Sistema di percezione per l’individuazione e localizzazione di persone ed altri ostacoli
- Sistema di localizzazione
- Fornire allarmi in caso di ostacoli o di ingresso in “warning zone”
- Bloccare tutte le operazioni automatiche in caso di ostacolo in “hazard zone”
- Possibilità di stop manuali delle operazioni automatizzate sia localmente che da remoto

…

COVER

La sicurezza in robotica

UNI EN ISO 18497:2019

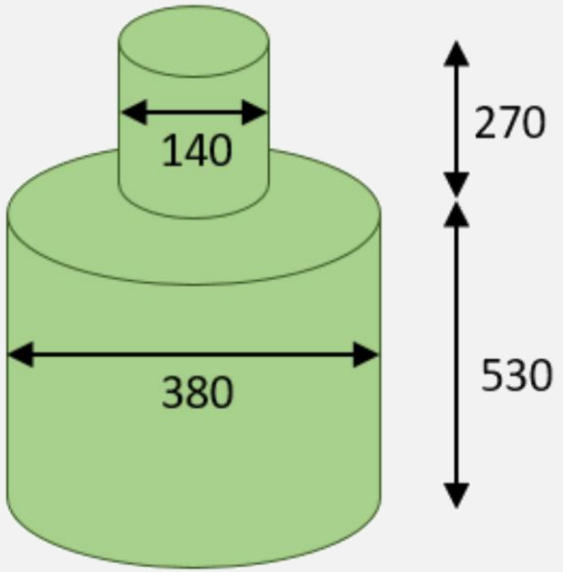
- Possibilità di errore
  - Mancato (o ritardato) individuamento di ostacoli
  - “False detections”
  - Errata localizzazione
  - Errata classificazione
  - Errori dei sensori o del Sistema di comunicazione
- <u>Verifica e validazione</u>
  - Verifiche varie
  - Test di individuazione di un oggetto

COVER

La sicurezza in robotica

UNI EN ISO 18497:2019

- Possibilità di errore
  - Mancato (o ritardato) individuamento di ostacoli
  - “False detections”
  - Errata localizzazione
  - Errata classificazione
  - Errori dei sensori o del Sistema di comunicazione
- <u>Verifica e validazione</u>
  - Verifiche varie
  - Test di individuazione di un oggetto



COVER

Riconoscimento di ostacoli: il progetto CEOL

AGREENCULTURE
Robotique de pointe pour le smart-farming

www.agreenculture.net/

Valutazione di diversi sensori per l'individuazione di ostacoli:

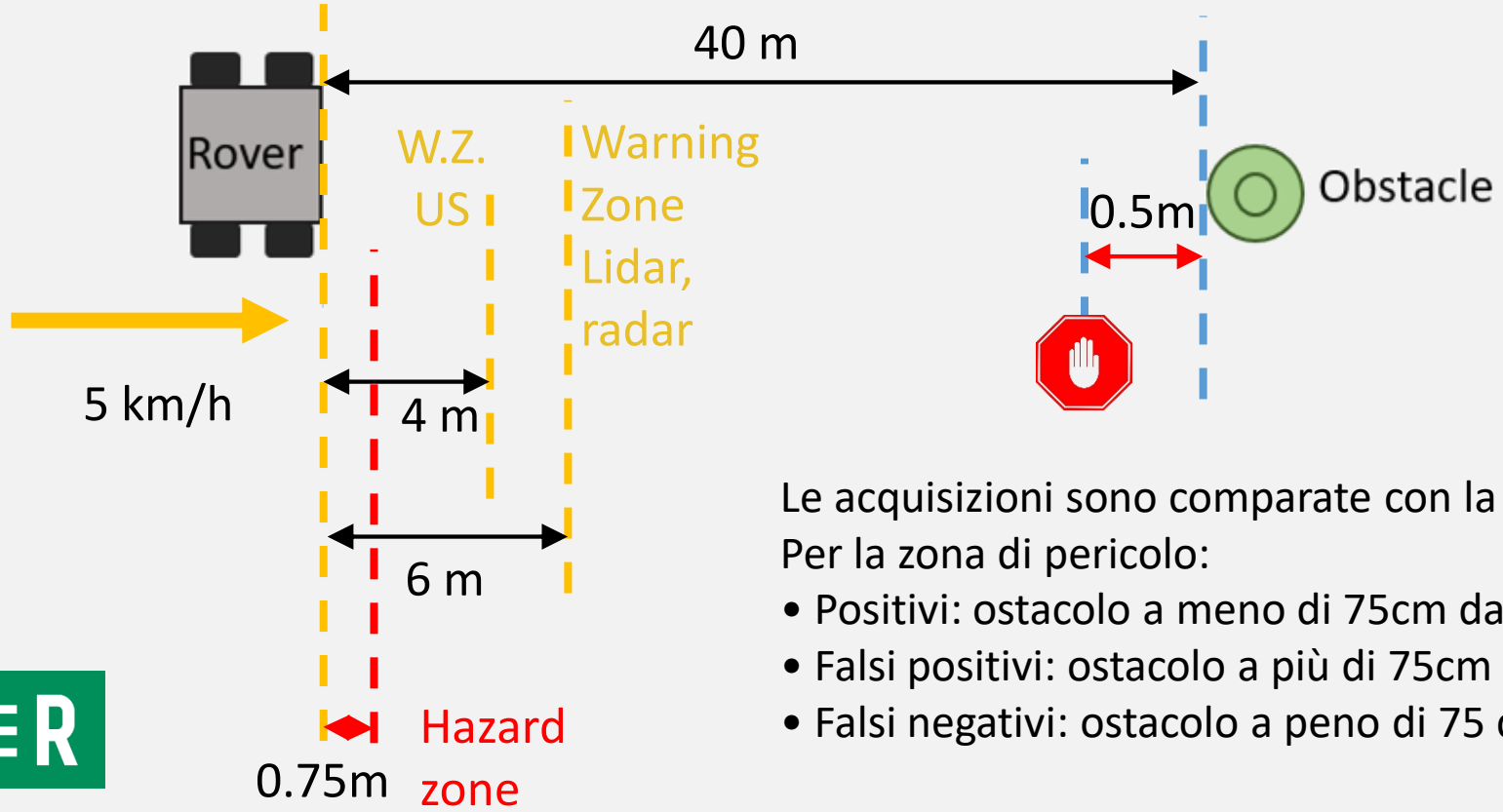
- Radar
- Lidar
- Ultrasuoni

COVER

Riconoscimento di ostacoli: il progetto CEOL

- Terreno
  - Libero
  - Vegetazione

- Ostacoli
  - EN ISO 18497
  - Persona

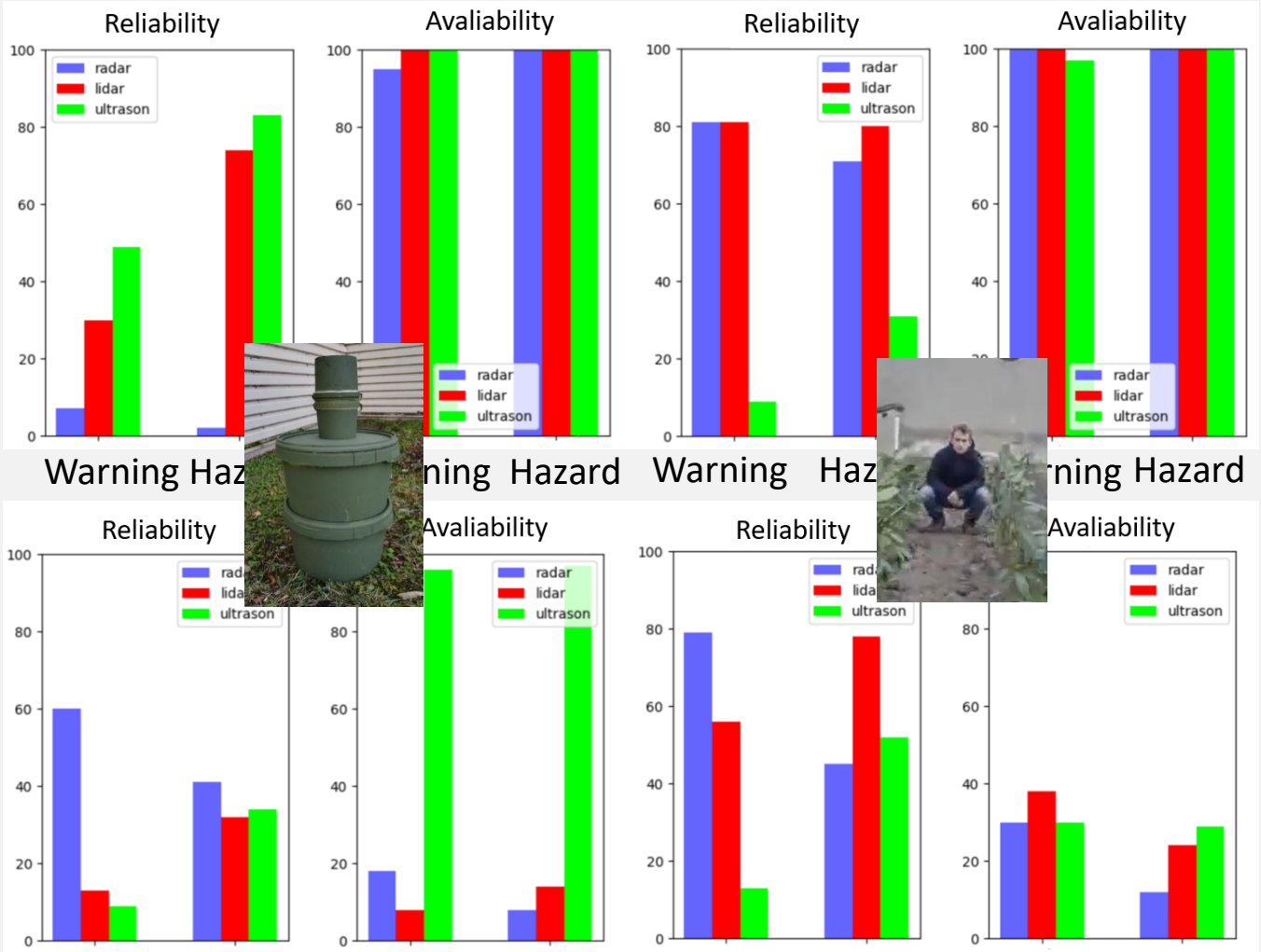


Le acquisizioni sono comparate con la posizione GPS dell'ostacolo.
Per la zona di pericolo:

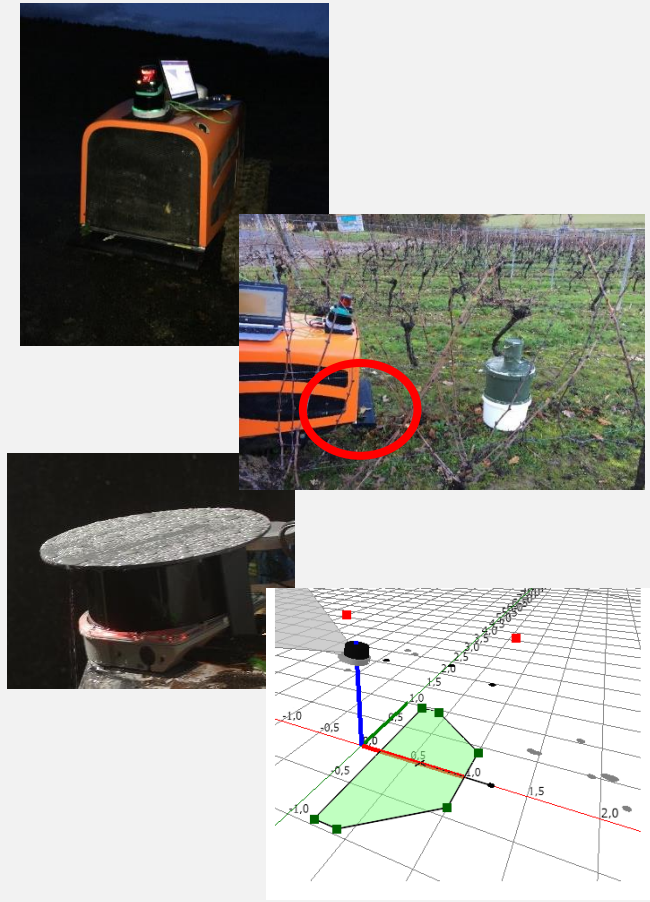
- Positivi: ostacolo a meno di 75cm dall'ostacolo.
- Falsi positivi: ostacolo a più di 75cm dall'ostacolo.
- Falsi negativi: ostacolo a peno di 75 cm non rilevato.

COVER

Riconoscimento di ostacoli: il progetto CEOL



Selezione tecnologia lidar → altri test in differenti condizioni



Valutazione del contatto uomo-robot: il progetto Hydrocobotics

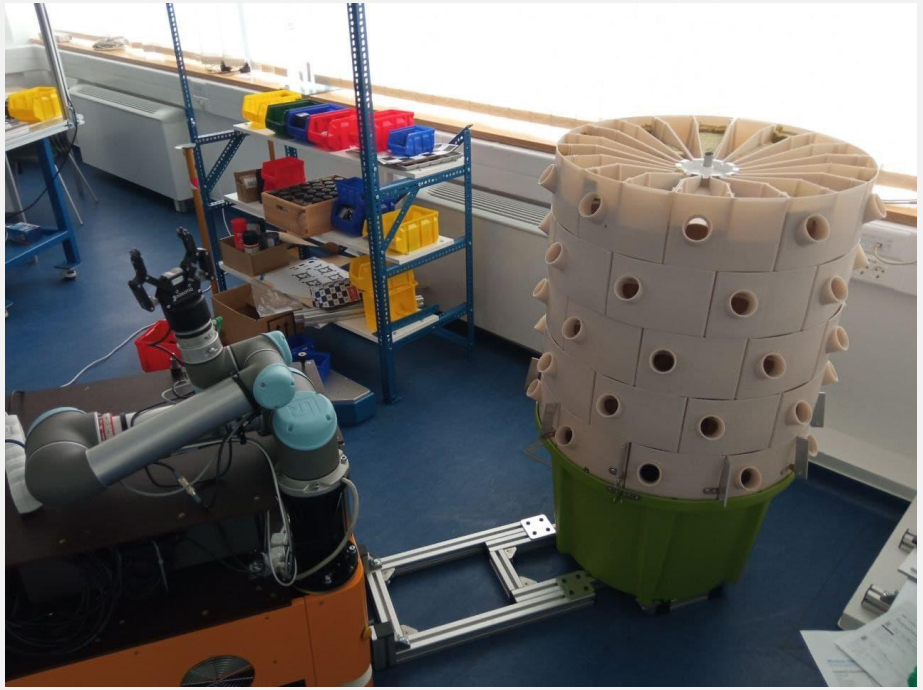
SZTAKI

Green Drops Farm

HEPENIX

COVER

Gestione di un sistema di coltivazione idroponica tramite collaborazione uomo-robot

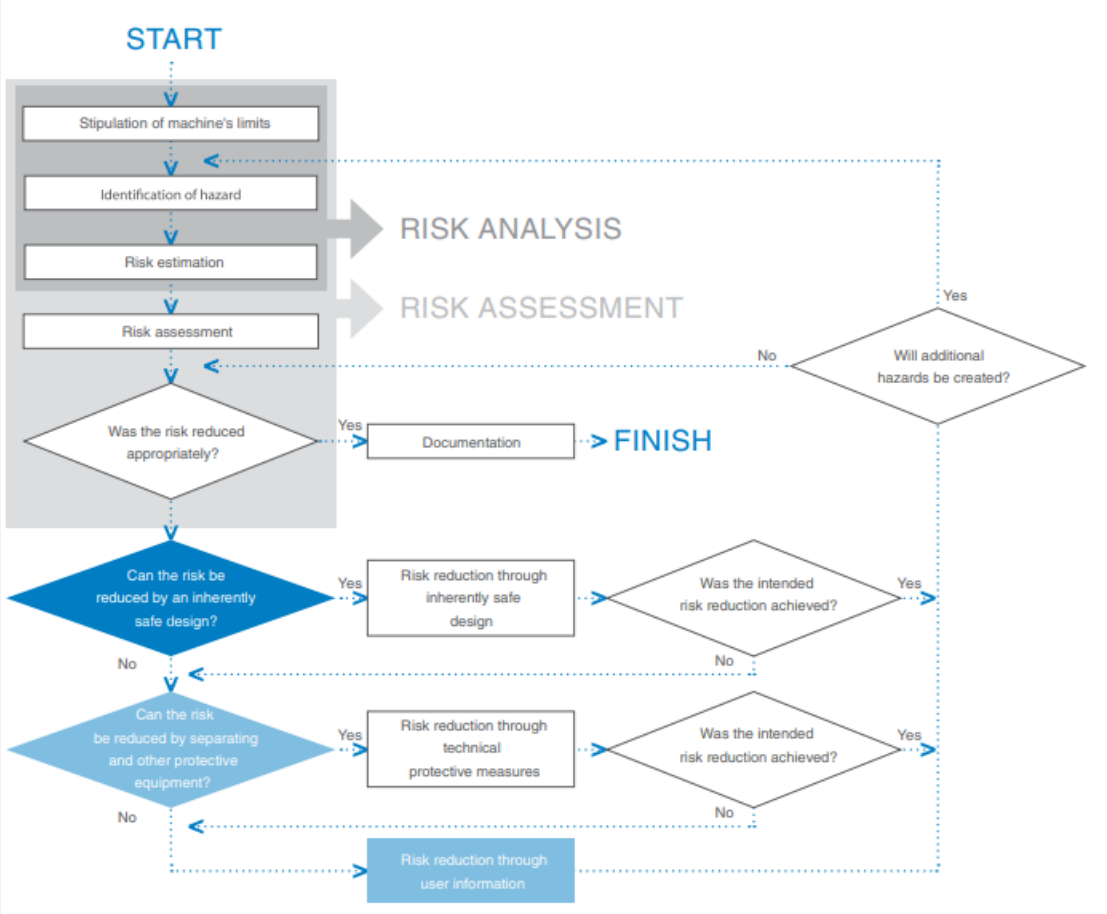


+

+

Valutazione del contatto uomo-robot: il progetto Hydrocobotics

Valutazione dei rischi

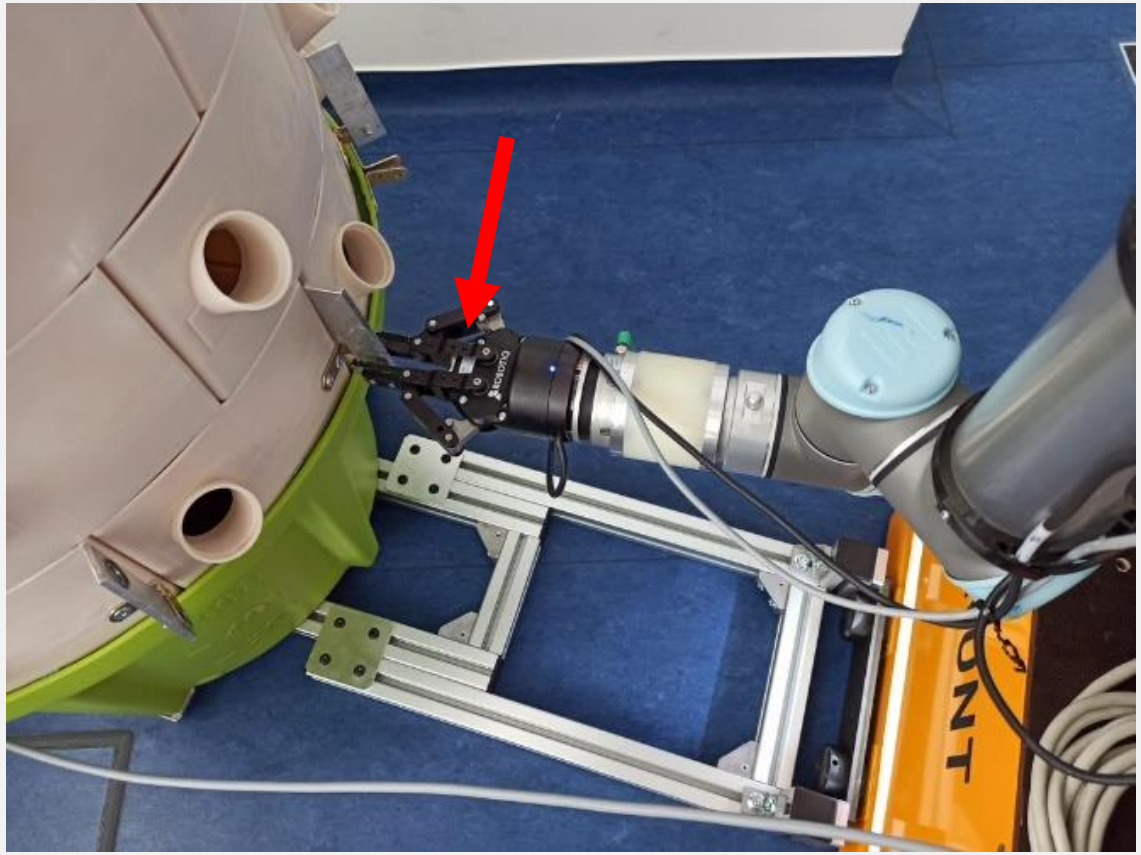


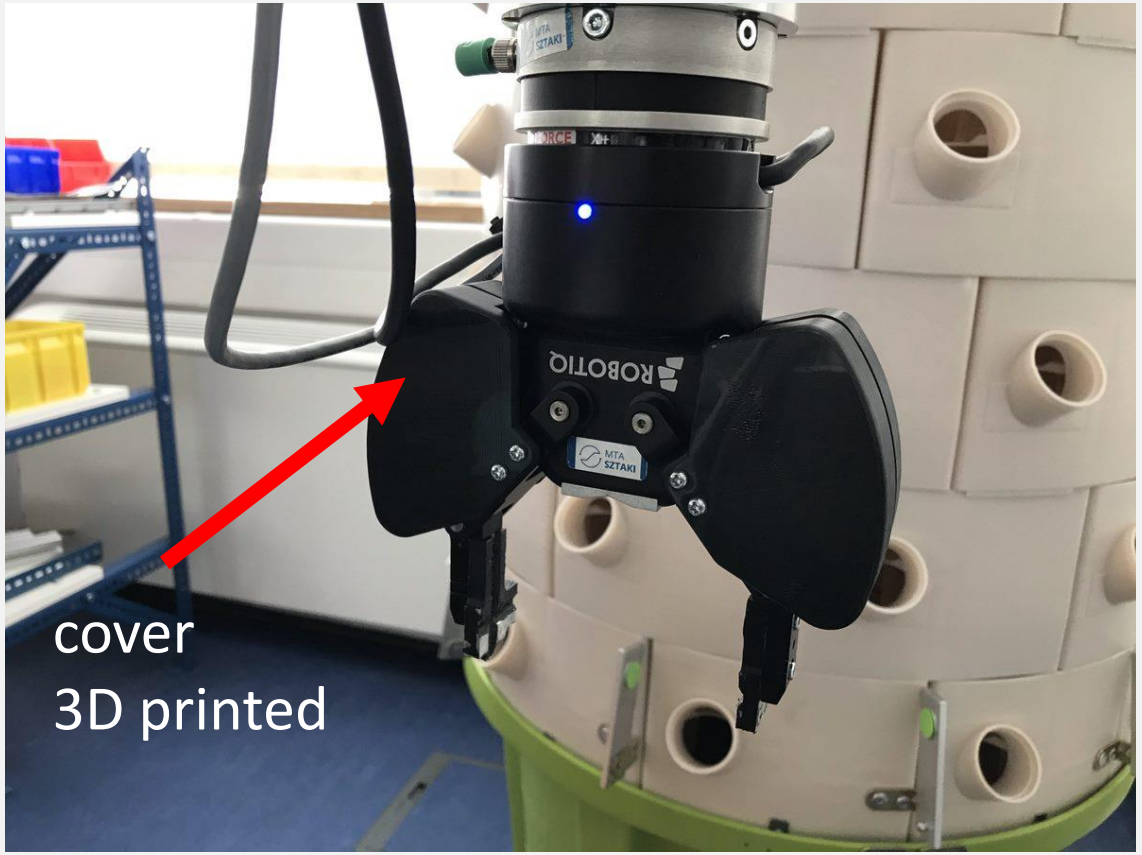
- Rischio di schiacciamento di un dito nel gripper
- Rischio di impatto di un dito con i meccanismi di bloccaggio del sistema rotante
- Rischio di schiacciamento di un dito durante la chiusura dei meccanismi di bloccaggio
- Rischio di infortunio alla mano durante l'inserimento delle piante con il supporto
- Rischio di infortunio alla mano durante l'estrazione delle piante tramite supporto

COVER

Valutazione del contatto uomo-robot: il progetto Hydrocobotics

Rischio di schiacciamento di un dito nel gripper

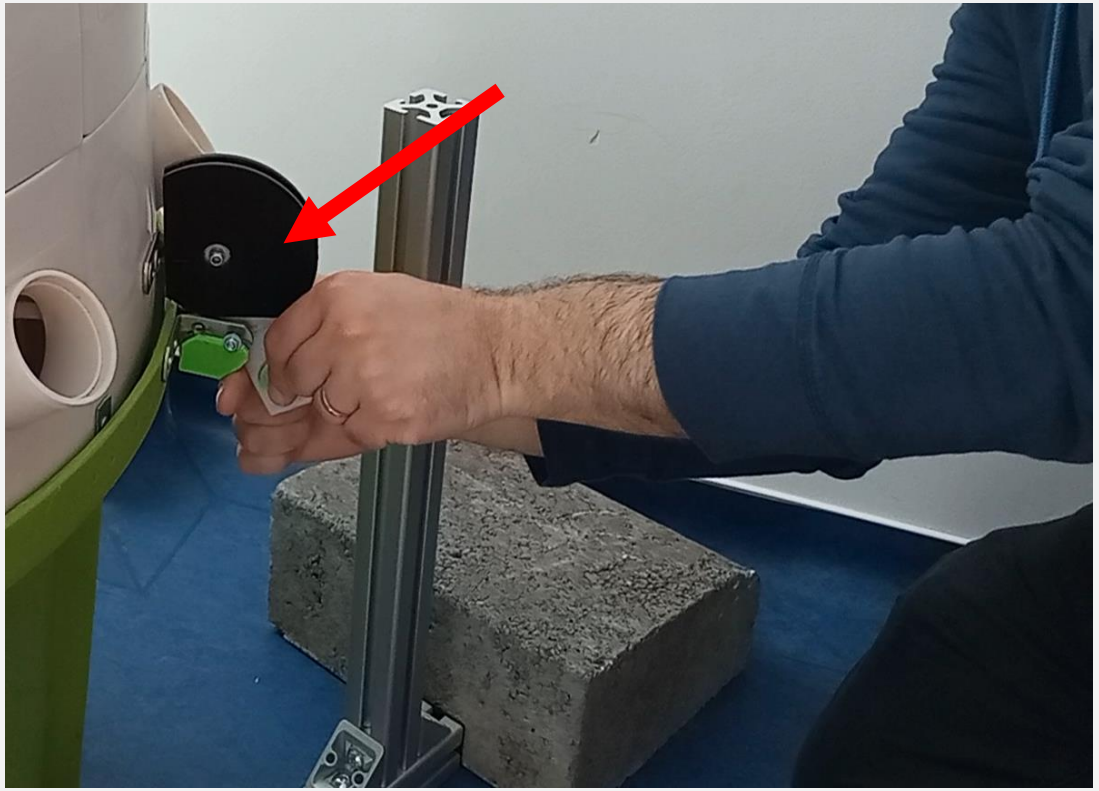




COVER

Valutazione del contatto uomo-robot: il progetto Hydrocobotics

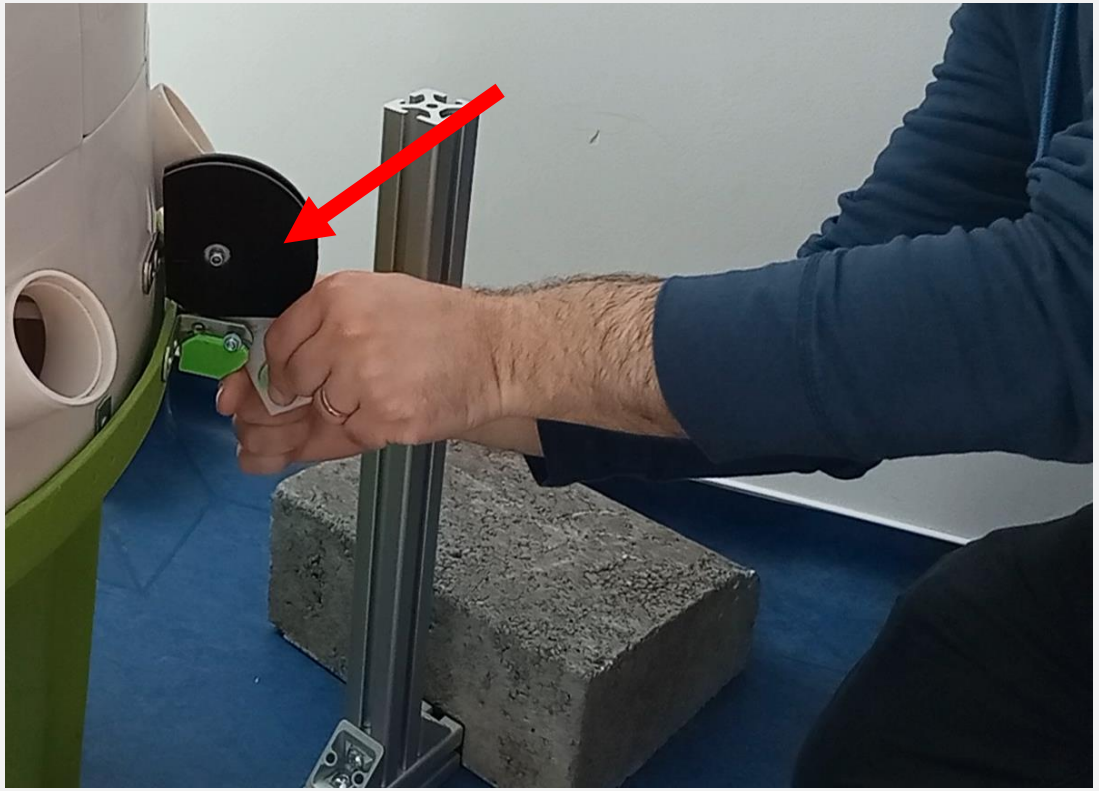
Rischio di schiacciamento di un dito durante la chiusura dei meccanismi di bloccaggio



COVER

Valutazione del contatto uomo-robot: il progetto Hydrocobotics

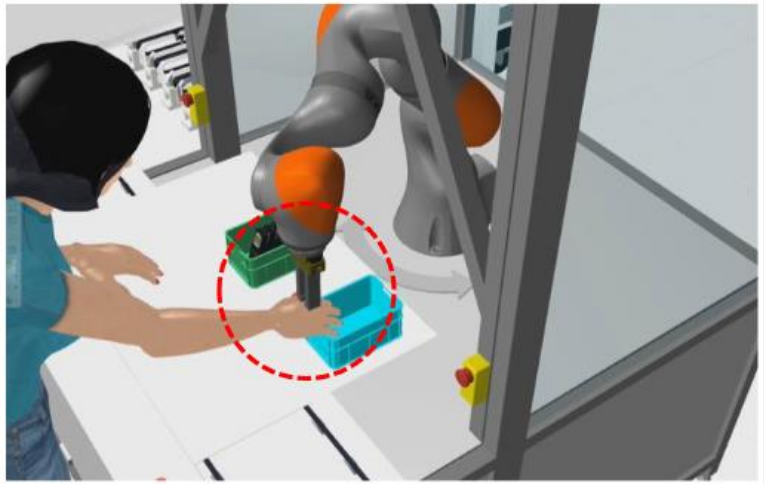
Rischio di schiacciamento di un dito durante la chiusura dei meccanismi di bloccaggio



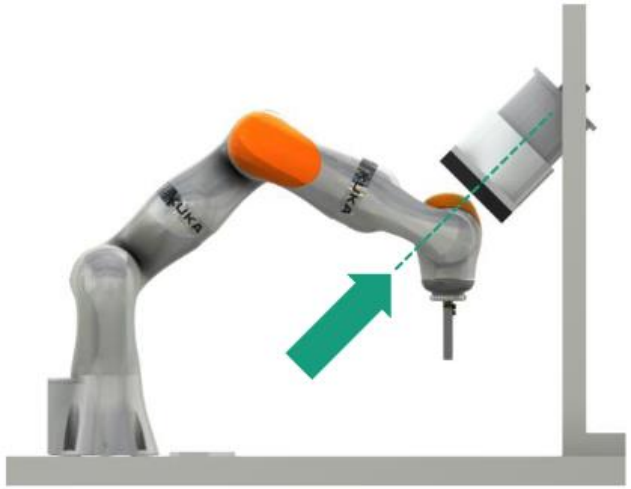
COVER

Valutazione del contatto uomo-robot

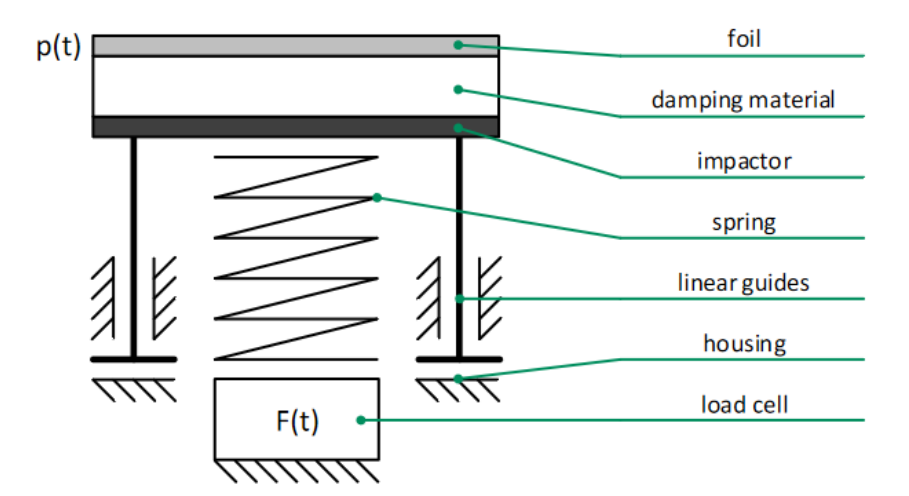
Procedure di test per la validazione



Individuazione configurazioni critiche (valutazione dei rischi)



Setup che reproduce la configurazione indiviuata



Sensore caratterizzato da “biofidelity” (rigidezza e durezza modificabili)

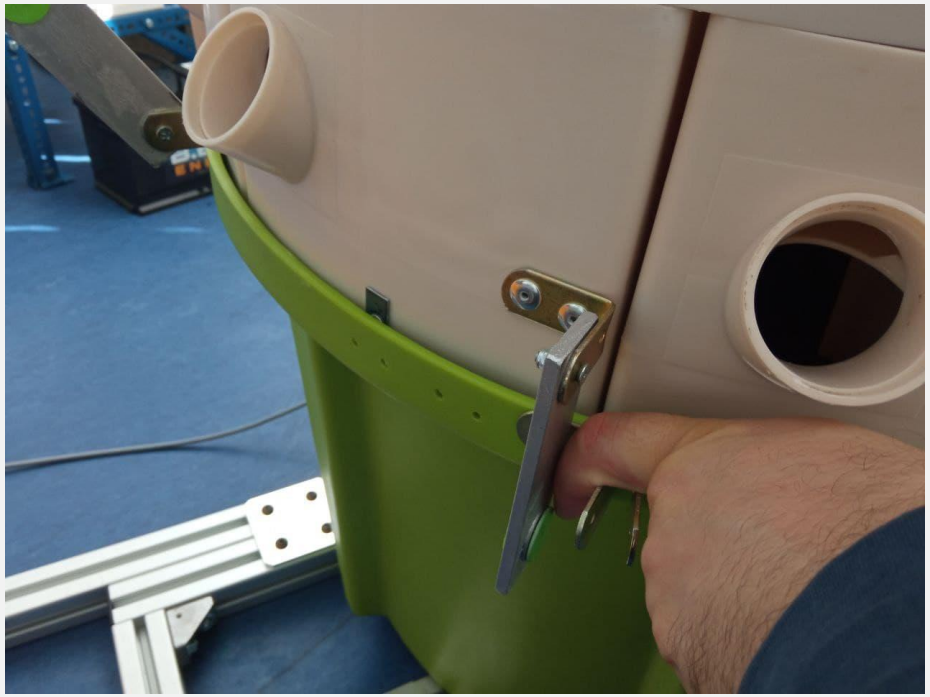
- *DGUV FB HM-080*
- *RIA TR R15.806-2018*
- *Protocolli COVR*
- *ISO/DIS 10218-2*

Scibilia et al, ***Analysis of interlaboratory safety related tests in power and force limited collaborative robots****. IEEE Access, 2021*

COVER

Valutazione del contatto uomo-robot: il progetto Hydrocobotics

Rischio di impatto di un dito con i meccanismi di bloccaggio del sistema rotante



Rotation test I.

COVER

Valutazione del contatto uomo-robot: il progetto Hydrocobotics

Rischio di infortunio alla mano durante l'inserimento delle piante

Rischio di infortunio alla mano durante l'estrazione delle piante

In tutti i casi le forze rilevate sono sotto i limiti, ma è necessario l'utilizzo di guanti protettivi

Conclusioni

- La sicurezza è fondamentale in robotica, considerato che l'utilizzo dei robot dovrebbe incrementarla
- I robot, che siano essi industriali o di servizio, devono essere conformi alle direttive dell'UE. Gli standard, in particolare quelli armonizzati, sono documenti tecnici utili per garantire questa conformità.
- La robotica collaborative pone nuove sfide, sia tecnologiche sia di sicurezza, oltre a creare un link diretto con la robotica di servizio.
- Gli standard sono sviluppati per specifici gruppi di robot. Tuttavia, per via dei i diversi livelli di dettaglio, può essere utile prendere in considerazione diverse procedure di test per validare una determinata applicazione
- Sulla base di questi principi, nell'ambito del progetto COVR sono state sviluppate procedure di test per validare la sicurezza di applicazioni che prevedano la stretta interazione uomo-robot.

COVER

COVR

COVR has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 779966

safearound robots.com

marcello.valori@stiima.cnr.it

DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE

Fraunhofer IFF

cea

Roessingh Research and Development

Consiglio Nazionale delle Ricerche