



Riconoscimento di dispositivi di protezione individuale in ambito industriale tramite infrastruttura cloud

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica

Rei Zoto (Matricola: 258017)

December 5, 2024



**Politecnico
di Torino**



Table of Contents

1 Introduzione

► Introduzione

► Panoramica

► Implementazione

► Risultati

► Conclusioni



Infortuni sul Lavoro

1 Introduzione

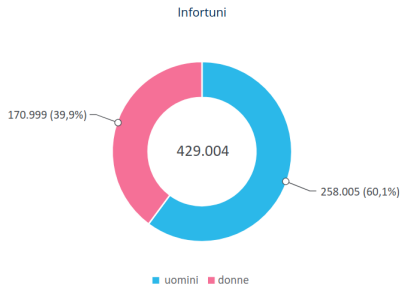
- Problemi
 - costi diretti
 - costi indiretti
 - impatto sulla società
- Soluzioni
 - Prevenzione: valutazione dei rischi, idoneità del lavoratore, formazione
 - Dispositivi di sicurezza individuale (DPI)
 - Sistemi automatici al posto di controlli manuali



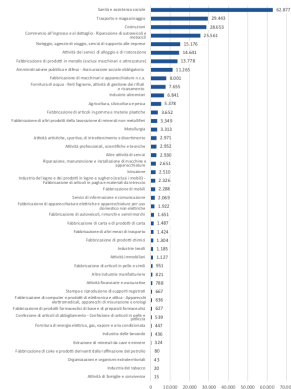
INAIL: Statistiche sugli infortuni

1 Introduzione

- Totale infortuni nella manifattura anno 2022: 13,9%



Totale infortuni divisi per genere



Fonte: Open data Inail. Data di rilevazione: 30/04/2022

Infurtuni per categoria



OSHA-EU: Impatto sulla produttività nazionale

1 Introduzione

Paese	Finlandia	Germania	Paesi Bassi	Italia	Polonia
Numero di casi	131 867	2 262 031	323 544	1 907 504	1 156 394
Costi diretti In Mio EUR	484	10 914	2 137	8 491	1 882
Costi diretti, % rispetto al totale	8	10	9	8	4
Costi indiretti In Mio EUR	4 362	70 658	6 468	58 961	19 588
Costi indiretti, % rispetto al totale	72	66	69	56	45
Costi immateriali In Mio EUR	1 196	25 557	5 147	37 392	22 311
Costi immateriali, % rispetto al totale	20	24	22	36	51
Onere economico complessivo In Mio EUR	6 042	107 129	23 751	104 844	43 781
Percentuale rispetto al PIL	2,9	3,5	3,5	6,3	10,2

Approccio bottom-up

	Germania	Finlandia	Italia	Paesi Bassi	Polonia
DALY					
Totale dei DALY professionali	1 236 855	64 516	853 817	248 464	507 068
Percentuale rispetto ai DALY totali	4,9	4,2	5,1	5,7	4,0
DALY professionali per ogni 10.000 persone occupate	308	265	380	299	315

	Mio EUR	% rispet to al PIL	Mio EUR	% rispet to al PIL	Mio EUR	% rispet to al PIL	Mio EUR	% rispet to al PIL	Mio EUR	% rispet to al PIL
COSTI										
Approccio basato sul capitale umano										
Valore minimo	24 597	0,8	1 419	0,7	13 530	0,8	5 290	0,8	2 692	0,6
Media	55 429	1,8	3 106	1,5	31 475	1,9	11 879	1,7	6 929	1,6
Mediana	39 712	1,3	2 291	1,1	23 865	1,4	8 708	1,3	4 656	1,1
Massimo	138 404	4,5	7 393	3,5	69 671	4,2	30 114	4,4	17 037	4,0
Approccio WTP										
Valore minimo	32 324	1,1	1 637	0,8	20 929	1,3	3 276	0,5	5 118	1,2
Media	66 251	2,2	5 814	2,8	42 895	2,6	14 613	2,1	9 676	2,3
Mediana (*)	66 251	2,2	4 305	2,1	42 895	2,6	13 953	2,0	8 863	2,1
Massimo	100 177	3,3	17 453	8,3	64 861	3,9	30 767	4,5	15 861	3,7
Approccio VSLY/VOLY										
Valore minimo	60 609	2,0	4 214	2,0	52 304	3,2	9 649	1,4	12 790	3,0
Media	191 939	6,3	9 345	4,5	133 789	8,1	38 016	5,6	43 836	10,2
Mediana	166 943	5,5	8 633	4,1	126 876	7,7	33 248	4,9	31 026	7,2
Massimo	420 489	13,8	19 425	9,3	256 120	15,5	77 016	11,3	119 149	27,7

Approccio top-down



Obiettivi e Motivazioni

1 Introduzione

Scopo del lavoro:

- Implementazione di un sistema integrato con il cloud per la rilevazione di dispositivi di sicurezza
- Modelli pronti all'uso forniti da provider cloud

Motivazioni personali:

- Interesse sistemi IoT e deep learning
- Scelta della tesi durante lo studio di sistemi operativi, virtualizzazione ed estensione dei concetti al cloud.



Table of Contents

2 Panoramica

► Introduzione

► **Panoramica**

► Implementazione

► Risultati

► Conclusioni



Fattori abilitanti

2 Panoramica

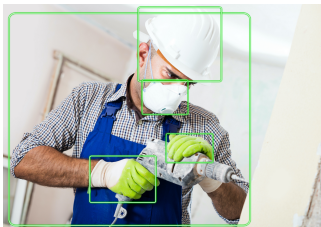
- Quantità di dati disponibili provenienti dai dispositivi connessi alla rete
- Avanzamenti deep learning
- Cloud computing: potenza di calcolo ed integrazione di modelli e dati nell'ecosistema industriale
- Investimenti (cita i ritorni economici previsti dallo studio, ma anche l'hype attuale su ai)



Computer Vision

2 Panoramica

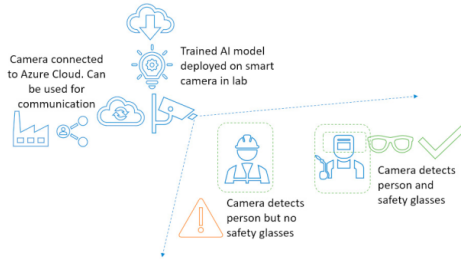
- Utilizzo modelli di deep learning per task di computer vision
- Dominio di applicazione: object detection
- Modello utilizzato: Amazon Rekognition





Lavori Correlati

2 Panoramica



B. Balakreshnan and Others, "Ppe compliance detection using artificial intelligence in learning factories"



Figure: I. Yousif and Others, "Safety 4.0: Harnessing computer vision for advanced industrial protection"



Soluzione

2 Panoramica

- Risposta al problema con un sistema near real-time.
- Posizionamento della soluzione rispetto agli approcci precedenti

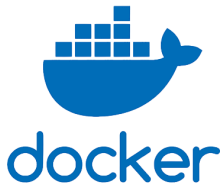
Motivazioni:

- Mancanza di benchmark specifici per dispositivi di sicurezza.
- L'approccio near real-time è conservativo a causa di:
 - Tempi di risposta del modello non veloci (servizio pensato per tutti gli utenti AWS, tipicamente 5 fps).
 - Latenza intrinseca per la comunicazione con il cloud e problemi di connettività.



Tecnologie Utilizzate

2 Panoramica



Apache Flink



RTSP
Real-Time Streaming Protocol



Table of Contents

3 Implementazione

► Introduzione

► Panoramica

► **Implementazione**

► Risultati

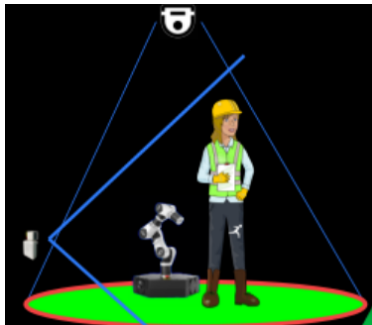
► Conclusioni



Use Case

3 Implementazione

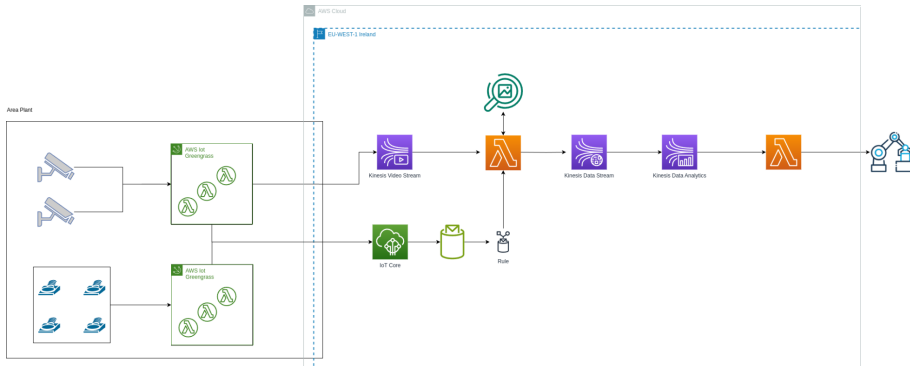
- Scenario
 - Uno o più operatori entrano all'interno di una certa area di sicurezza e si trovano in prossimità di un macchinario attivo
 - Una telecamera sul soffitto ed una frontale monitorano l'area di sicurezza
 - La zona è definita da un insieme di ancore dotate di sensori che rilevano i tag indossati dai lavoratori.
- Il sistema genera allarme e spegne il macchinario
 - Almeno uno degli operatori non possiede i dispositivi di sicurezza
 - Almeno uno degli operatori non è abilitato ad agire sulla macchina





Architettura

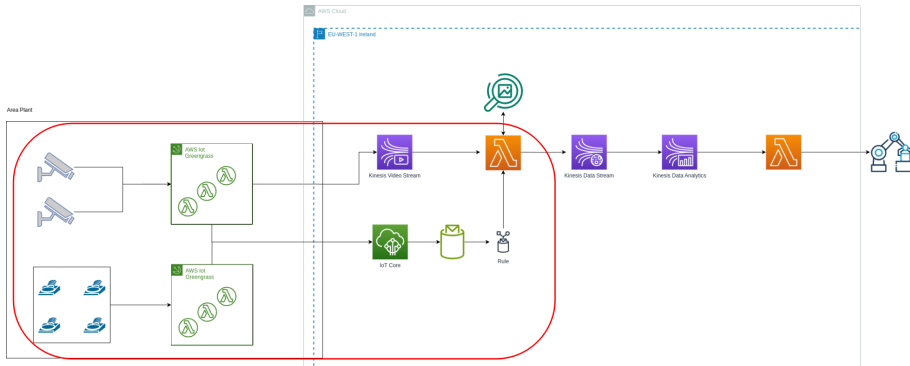
3 Implementazione





Ingestion e Preprocessing

3 Implementazione





Big Data Processing

3 Implementazione

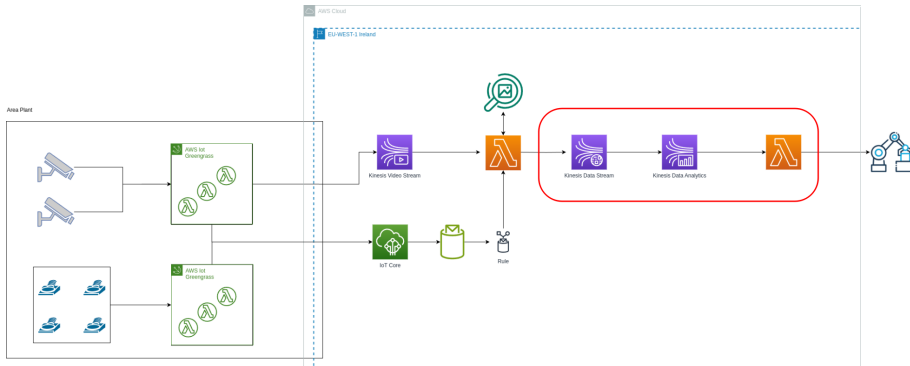




Table of Contents

4 Risultati

► Introduzione

► Panoramica

► Implementazione

► **Risultati**

► Conclusioni



Test

4 Risultati

Funzionalità Raggiunte:

- Rilevazioni near real-time nei 5 test case
- Dettagli funzionali e metriche



Metriche

4 Risultati

Funzionalità Raggiunte:

- Rilevazioni near real-time nei 5 use case.
- Dettagli funzionali e metriche.



Limitazioni

4 Risultati

- Discussione delle limitazioni dell'approccio.
- L'azienda ha deciso di passare a una soluzione edge su mio consiglio, estensione di questo progetto.
- Consapevolezza delle differenze rispetto ai lavori accademici più complessi.



Table of Contents

5 Conclusioni

► Introduzione

► Panoramica

► Implementazione

► Risultati

► Conclusioni



Conclusioni e Sviluppi futuri

5 Conclusioni

- Riepilogo dei punti chiave.
- Potenziali miglioramenti ed estensioni future.



Q&A

Grazie per l'attenzione
Domande?