

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102021000025514</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>07/10/2021</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>07/04/2023</b>

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	05	B	19	418

Titolo

PIATTAFORMA PER L'AUTOMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI CONTROLLO QUALITA? IN AMBITO MANIFATTURIERO

**TITOLO: PIATTAFORMA PER L'AUTOMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI  
CONTROLLO QUALITA' IN AMBITO MANIFATTURIERO**

**DESCRIZIONE**

**Settore Tecnico dell'Invenzione**

5           La presente invenzione trova la sua applicazione in ambito manifatturiero, ed affronta l'esigenza di ottimizzare i processi di controllo qualità, specialmente in contesti produttivi caratterizzati da una significativa varietà di produzioni.

L'invenzione affronta il problema di definire le caratteristiche essenziali che deve avere una piattaforma, comprensiva di una postazione fisica opportunamente equipaggiata, sia dal punto di vista software che da quello hardware, affinché possa supportare vari approcci operativi per eseguire il controllo qualità su una produzione manifatturiera, nei casi in cui il controllo possa essere effettuato attraverso un'ispezione visiva.

In particolare, viene indicata una piattaforma che sia predisposta per una progressiva automatizzazione del controllo di qualità, anche nei casi in cui tale operazione non sia stata pianificata fin dalla progettazione del manufatto.

**Tecnica Nota**

Si premette che, soprattutto nei contesti produttivi caratterizzati da una significativa varietà di produzioni, le aziende normalmente non affrontano gli investimenti necessari per lo sviluppo di programmi e di sistemi che servono per eseguire il controllo qualità in forma automatica.

Infatti, le tipologie di lavorazioni difettose o da scartare possono essere anche molto diversificate, ed i costi per sviluppare o aggiornare le applicazioni di controllo dovrebbero essere troppo frequenti. Di conseguenza, allo stato dei fatti, il controllo

di qualità, che oggi è sempre di più considerato un processo necessario, tanto che deve essere condotto in modo sistematico, è tipicamente un processo che viene impostato prevedendo l'ispezione, pezzo per pezzo, da parte di un operatore umano e, in un gran numero di casi, non si prende nemmeno in considerazione di automatizzarlo.

5 Allo scopo di illustrare alcune caratteristiche tipiche dei processi di controllo qualità, e soprattutto le caratteristiche che rendono difficile l'automatizzazione spinta, e diffusa, di tali processi, si farà idealmente riferimento alle metodologie per la rilevazione di difetti estetici dovuti alle lavorazioni superficiali di generici manufatti.

10 Tuttavia, il processo descritto si può adattare a tutti a casi in cui difetti di lavorazione, o anomalie di produzione, possono essere riscontrati tramite l'ispezione visiva del manufatto da controllare.

Ovviamente i requisiti di qualità associati a questo genere di lavorazioni possono essere molto diversi da caso a caso, dato che la qualità estetica delle finiture riveste 15 diversa importanza a seconda dello specifico prodotto.

Si prenderà ad esempio un caso con requisiti di qualità abbastanza stringenti, cioè il caso in cui l'obiettivo sia quello di identificare tutti i pezzi che presentino un qualche difetto, considerando anche la presenza di difetti relativamente piccoli.

Come già detto, nel caso di un'azienda che non dispone di strumenti idonei ad 20 eseguire automaticamente il controllo, le fasi operative del processo di controllo qualità vengono eseguite da un operatore sostanzialmente dedicato a visionare tutti i pezzi lavorati, uno per uno, e, tutte le volte che l'operatore trova un pezzo non conforme, lo isola.

A questo punto, possono essere adottate due strade alternative: nel caso più 25 semplice il pezzo difettoso viene semplicemente eliminato; in altri casi, più virtuosi,

invece, il difetto viene riconosciuto e catalogato per successive analisi, volte al miglioramento del processo di produzione, oppure al recupero del pezzo scartato riparando l'anomalia riscontrata.

Ad esempio, se la lavorazione riguarda la superficie di un pannello da usare per la fabbricazione di un elemento d'arredo, il difetto potrebbe essere un graffio o un'ammaccatura (difetti riconducibili alla manipolazione dell'oggetto durante la lavorazione), oppure può essere la presenza di una o più macchie, o disomogeneità nella colorazione (questi ultimi difetti, invece, potrebbero essere riconducibili al malfunzionamento di alcuni macchinari per la verniciatura).

Nel caso in cui il controllo qualità preveda la catalogazione dei difetti riscontrati, è poi utile riportare anche la posizione e la dimensione del difetto.

La catalogazione è quindi importante, ed utile, per l'analisi successiva dei difetti riscontrati, per concepire misure di miglioramento dei processi produttivi, e per ridurre le percentuali di scarto.

La brevissima sintesi del processo di controllo qualità appena riportata evidenzia subito come sia difficile definire criteri assolutamente oggettivi quando vengono messi in pratica processi di controllo di questo tipo. Certamente l'esito dei controlli eseguiti in questo modo non produce errori di grande evidenza (a meno di grave negligenza dell'operatore), tuttavia alcuni pezzi potenzialmente scartabili possono rientrare nei margini di discrezionalità dell'operatore che esegue il controllo.

Una oggettività di giudizio è comunque da annoverare tra gli obiettivi di ogni processo di controllo della qualità, e può certamente essere conseguita più facilmente ricorrendo a processi di controllo eseguiti automaticamente.

I processi di qualità eseguiti automaticamente sono prevalentemente adottati nell'ambito di produzioni molto stabili e con grandi volumi di pezzi, cioè in casi nei quali l'investimento per automatizzare il processo si ripaga ampiamente.

Parlando in generale, giova osservare che l'automatizzazione del controllo di qualità 5 può essere impostata secondo due genesi diverse.

La prima genesi di impostazione, si applica a quei processi di controllo qualità che sono concepiti e pensati, fin dalle fasi di progettazione ed ingegnerizzazione del prodotto, per essere eseguiti automaticamente: in tal caso molti controlli possono essere facilmente eseguiti in modo automatico, tipicamente raccogliendo specifiche 10 misure (a seconda del particolare manufatto considerato) integrate nel processo manifatturiero stesso.

In altri casi, invece, durante le fasi di progettazione ed ingegnerizzazione del manufatto non viene posta particolare attenzione per prevedere l'automatizzazione del controllo di qualità, e si dà per scontato che una parte significativa di procedure 15 di controllo vengano, almeno inizialmente, eseguite da operatori umani.

In questi casi, cioè per automatizzare un controllo pensato per essere eseguito da un operatore, l'approccio adottato per l'automatizzazione del processo segue una seconda genesi, che consiste nel far fare a delle macchine più o meno quello che sostanzialmente fa l'operatore. In altre parole, non si pensa a ridefinire i parametri 20 di controllo, ma si continua a basare il controllo sulle evidenze che sono riscontrabili dall'operatore umano, pertanto:

- dal momento che l'operatore deve esaminare visivamente il manufatto da controllare, il sistema automatico dovrà prevedere un sottosistema per la ripresa di immagini;

- il sistema automatico, dovrà poi eseguire dei programmi di riconoscimento di immagini per riconoscere i difetti di lavorazione, simulando la prestazione dell'operatore, e, sempre come l'operatore, dovrà riportare in un qualche rapporto informatico, il risultato dell'esame eseguito.

5 La scelta di ricorrere alla seconda genesi di sviluppo per automatizzare un processo di controllo qualità, cioè simulando il comportamento dell'operatore umano, del resto, è una scelta di fatto obbligata in molti casi in cui il controllo mediante processi alternativi richiederebbe di ripensare il processo produttivo, ed eventualmente apportare modifiche ai macchinari di produzione. Inoltre è una scelta dettata anche  
10 dal fatto che la tecnica nota offre gli strumenti per eseguire automaticamente le operazioni sopra riportate.

Tuttavia esistono alcuni fattori che impediscono la diffusione (e la messa a punto) di processi automatizzati implementati in questo modo, o quantomeno li rendono poco convenienti sotto il profilo pratico, in moltissimi casi.

15 Se da un lato il sottosistema di ripresa video non pone problemi significativi, e soprattutto può essere usato per una notevole varietà di casi, dall'altro lato la messa a punto dei necessari programmi di analisi delle immagini acquisite, pone diversi problemi, ed in alcuni casi rischia addirittura di non risultare fattibile.

La famiglia di tecnologie che oggi appare la più adatta per condurre questo genere  
20 di analisi delle immagini si basa sul così detto “*Deep Learning*” e l'impiego delle così dette “reti neurali”.

Le “reti neurali” sono strumenti matematici noti da tempo, ampiamente studiati come dimostra l'ampia letteratura sull'argomento, e sono frequentemente usate quali strumenti di “*machine learning*” per il riconoscimento e la classificazione di immagini

in maniera automatica. Il riconoscimento facciale è solo un esempio delle molte applicazioni per le quali queste “reti neurali” vengono utilizzate.

È altresì ampiamente noto che, per il funzionamento di una “rete neurale”, è necessario un processo di addestramento e successiva validazione. Durante il così detto addestramento vengono presentate alla “rete neurale” una pluralità di immagini di cui già si conosce la corretta classificazione, al fine di istruire, attraverso esempi, la rete stessa ad associare a ciascuna immagine la corretta classificazione.

È tuttavia evidente che, laddove il compito per il quale si vuole addestrare una “rete neurale” richieda specificamente di riconoscere dettagli relativi ad uno specifico componente industriale, quali sono, ad esempio, i difetti di produzione che in genere possono verificarsi in un contesto manifatturiero, sorge il problema di disporre di un numero sufficientemente grande di immagini per addestrare la “rete neurale”.

Difatti per avere un elevato numero di immagini differenti relative a pezzi prodotti da uno specifico processo industriale, ed in particolare per avere un elevato numero di immagini relative a pezzi che presentano difetti estetici o altre tipologie di non conformità, è necessario avere a disposizione numerosi pezzi già prodotti e, in particolare, un elevato numero di pezzi difettosi o non conformi. Questo, nella pratica industriale, è evidentemente eccessivamente dispendioso, sia in termini di tempi che in termini di costi, ed è uno dei motivi per i quali, in moltissimi casi, non vengono adottate procedure per l’analisi automatica della qualità di pezzi prodotti a livello industriale.

In definitiva, la prassi corrente che caratterizza il controllo qualità di processi manifatturieri, è attualmente stabilizzata su alcuni equilibri in cui l’automazione è presente solo in una parte, probabilmente minoritaria, di casi. Mentre nei restanti casi in cui deve essere gestita la qualità, il controllo avviene tramite operatore.

L'automazione del controllo qualità è di fatto limitata alle le produzioni molto stabili nel medio periodo, per le quali è conveniente sostenere i necessari investimenti per automatizzare un processo di controllo; meglio se si tratta di produzioni in cui il tema del controllo della qualità è stato gestito fin dalle fasi di progettazione e di 5 ingegnerizzazione del manufatto.

Tale equilibrio corrente può essere sintetizzato ricorrendo a poche osservazioni riportate di seguito.

Una prima osservazione di sintesi, che definisce la prassi nota, consiste nel fatto che, nel caso dei molti processi manifatturieri in cui la progettazione non è 10 impostata fin dall'inizio in modo da comprendere il controllo qualità, il processo di controllo qualità deve essere definito a parte.

In questi casi, è tipico che i macchinari usati per effettuare le varie lavorazioni non eseguano direttamente tutte le misure e le che sarebbero necessarie per avere la certezza il manufatto finale non presenterà difetti. In ogni caso, se un processo 15 manifatturiero deve rispettare dei parametri di qualità, è fondamentale prevedere una fase di controllo finale, in cui i manufatti vengono analizzati, ed eventualmente scartati, quando il loro stato di lavorazione è molto avanzato: spesso il controllo avviene su pezzi finiti o semi-finiti.

Una seconda osservazione di sintesi consiste nel fatto che tale controllo 20 finale, necessario per scartare i pezzi che comprometterebbero il rispetto dei parametri di qualità che il processo manifatturiero deve garantire, è tipicamente condotto da un operatore umano.

Una terza osservazione di sintesi è che detto controllo finale avviene per ispezione visiva.

Sulla base di queste premesse si può affermare che non è facile creare le condizioni per alterare l'equilibrio esistente, nel senso di aumentare il numero di casi in cui il controllo qualità viene condotto automaticamente.

Certamente, non è realistico proporre di sostituire ispezioni visive eseguite da un operatore con ispezioni automatiche basate sul riconoscimento automatico di immagini, se questa sostituzione deve richiedere di riprogettare il sistema di controllo qualità per ogni singola lavorazione. In particolare questa strada è improponibile soprattutto per lavorazioni e manufatti la cui produzione è soggetta a frequenti aggiornamenti.

Tuttavia, si può proporre un sistema di controllo automatico della qualità, purché questo sia utilizzabile trasversalmente su molte tipologie di produzione e, soprattutto, purché la sua configurazione possa avvenire tramite processi di apprendimento a loro volta molto automatizzabili.

Solo così infatti, ovvero sgravando l'onere di progettazione o di particolarizzazione dell'eventuale sistema di controllo è realistico proporre un aumento della automatizzazione dei processi di qualità.

La strada obbligata, quindi, è quella di ricorrere a metodi basati su strumenti di intelligenza artificiale ad apprendimento. Dove l'apprendimento deve essere visto come un'alternativa alla programmazione.

Alcuni degli autori della presente invenzione hanno messo a punto un metodo che insegnava ad articolare un nuovo procedimento di controllo della qualità che si basa su un flusso metodologico che, a fronte dell'acquisizione in un formato digitale, dell'immagine di un pezzo di cui si voglia analizzare la presenza di difetti, comprende alcuni passi eseguiti, oltre che da un operatore umano, anche da un programma predisposto per analizzare automaticamente detta immagine.

La particolarità consiste nel fatto che l'analisi delle immagini eseguita per via informatica (cioè tramite un opportuno programma), a sua volta, opera tramite elaborazioni dell'immagine acquisita, elaborazioni che vengono eseguite servendosi di una "rete neurale".

5 In una fase iniziale, la "rete neurale" non è addestrata, e quindi non è in grado di produrre esiti che interpretano correttamente le immagini, individuando l'eventuale presenza di difetti. In questa prima fase, i giudizi dell'operatore sono essenziali ai fini di caratterizzare la presente invenzione, e raggiungono lo scopo di costruire un campione di addestramento per strumenti di analisi automatica, quali  
10 sono le "reti neurali".

La costruzione di tale campione di addestramento non richiede all'operatore che esegue i controlli di qualità di effettuare alcun lavoro aggiuntivo, e gli algoritmi di addestramento possono essere attivati mentre l'operatore è al lavoro, dato che ogni singola immagine produce campioni di addestramento che possono essere usati sia  
15 per l'addestramento vero e proprio che per la validazione dell'addestramento raggiunto.

Alla base dell'invenzione, come già detto, vi è la scelta di usare strumenti di analisi basati su "reti neurali". Tale strumento, per eseguire automaticamente le proprie analisi sui diversi manufatti che devono essere di volta in volta controllati,  
20 non richiede programmazione, ma addestramento.

L'invenzione si basa inoltre sull'ulteriore intuizione che il normale lavoro svolto dagli operatori di controllo qualità, nei casi in cui non sia disponibile un sistema di controllo automatizzato pronto per essere impiegato, può essere sfruttato per provvedere all'addestramento di una "rete neurale".

Per maggiori dettagli su tale metodo si rimanda alla domanda brevetto n. IT102021000025502, dal titolo “*METODO DI AUTOMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI CONTROLLO QUALITÀ IN AMBITO MANIFATTURIERO*”, presentata da alcuni degli autori della presente domanda di brevetto e parallelamente a quest’ultima.

5 È quindi necessario disporre di una piattaforma informatizzata per il controllo della qualità in processi manifatturieri, in cui il controllo si basa su ispezione visiva del manufatto, quando quest’ultimo si trova in uno stato di lavorazione avanzata: essendo tale piattaforma idonea a supportare sia il controllo qualità con operatore, e sia il controllo qualità automatizzato.

10 Ad oggi, una tale piattaforma non è nemmeno ipotizzabile, dal momento che il controllo qualità condotto da operatore, o condotto in modo automatico, sono pensati come processi alternativi.

#### Scopo e sintesi dell’invenzione

Lo scopo generale della presente invenzione è quello di indicare una  
15 piattaforma informatizzata che comprende una postazione operatore; una postazione che sia predisposta per consentire ad un operatore di condurre il controllo della qualità di pezzi manufatti mediante ispezione visiva, e consentendo a tale operatore di effettuare il proprio lavoro in modo comodo e veloce.

Al tempo stesso, detta piattaforma informatizzata deve essere idonea ad  
20 apprendere i compiti svolti dall’operatore, di modo che, una volta appresi tali compiti sia in grado di proseguire il lavoro senza l’intervento dell’operatore.

Una caratteristica essenziale di tale piattaforma consiste nel fatto che, ogni volta che viene impiegata per supportare processi di controllo della qualità su nuovi manufatti, o su nuove versioni di un manufatto, l’operatore può riprendere il suo

posto, finché la piattaforma non apprende anche gli eventuali nuovi compiti. Ma la continua riconfigurazione ed aggiornamento dei compiti che la piattaforma deve apprendere, non deve richiedere uno speciale impegno da parte dell'operatore che conduce le attività di controllo, né di altri eventuali operatori da impegnare nella configuração della piattaforma stessa. Sostanzialmente, la piattaforma deve necessitare solo della normale attività di controllo che l'operatore deve comunque esercitare.

Infine, detta piattaforma di controllo deve prevedere degli accorgimenti che consentono di supportare anche un processo di controllo qualità misto, in cui, ad esempio, la parte condotta automaticamente ispeziona solo i casi più facili e, auspicabilmente, più numerosi, mentre l'operatore umano viene coinvolto solo in casi più particolari, dove, oltre all'identificazione di pezzi da isolare o da scartare, è opportuno anche formulare delle analisi sulla tipologia di anomalia riscontrata.

In sintesi, la piattaforma di controllo informatizzata secondo l'invenzione deve supportare contemporaneamente il lavoro di ispezione visiva di un operatore umano, ma anche l'acquisizione delle immagini digitali essenziali le condurre tali ispezioni, nonché l'elaborazione automatica di tali immagini.

Tali elaborazioni consentite da detta piattaforma sono, tra le altre cose, molto importanti ed efficaci per mettere in pratica anche gli insegnamenti metodologici indicati nella domanda di brevetto n. IT102021000025502, dal titolo "*METODO DI AUTOMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI CONTROLLO QUALITÀ IN AMBITO MANIFATTURIERO*", presentata da alcuni degli autori della presente domanda di brevetto.

Gli scopi prefissati per questa invenzione sono raggiunti mediante il ricorso ad una piattaforma informatizzata che comprende una postazione operatore comprendente uno schermo video idoneo a visualizzare una o più viste di un

manufatto da ispezionare ai fini di riscontrare la presenza, o meno, di anomalie riscontrabili per ispezione visiva; e detta postazione operatore è anche dotata di periferiche di interazione uomo macchina, tramite le quali l'operatore è abilitato ad interagire con le immagini visualizzate a schermo, per selezionare parti dell'immagine e per associare delle etichette alle parti selezionate.

Inoltre, detta piattaforma informatizzata, comprende un sottosistema di movimentazione e di presentazione dei singoli pezzi del manufatto ispezionato, essendo detto sottosistema di movimentazione e di presentazione predisposto per posizionare, uno ad uno, detti singoli pezzi del manufatto ispezionato, davanti ad almeno una telecamera di ripresa idonea ad acquisire almeno un'immagine di ogni singolo pezzo del manufatto ispezionato, ed anch'essa compresa in detta piattaforma informatizzata, la quale comprende anche, mezzi di memoria e mezzi di calcolo predisposti per:

- ✓ acquisire e memorizzare immagini riprese
- ✓ acquisire le partizioni delle immagini selezionate dall'operatore, oltre che l'etichetta assegnata dall'operatore,
- ✓ eseguire un programma di elaborazione delle immagini acquisite predisposto per elaborare le stesse attraverso almeno una "rete neurale".

Inoltre, detti mezzi di memoria e detti mezzi di calcolo compresi in detta piattaforma informatizzata sono configurati per eseguire sia programmi di addestramento di detta almeno una "rete neurale", e sia programmi in cui detta almeno una "rete neurale" è impiegata per elaborare le immagini acquisite, e per produrre in uscita una loro classificazione.

Tali caratteristiche della piattaforma informatica, sono da considerarsi come essenziali ai fini di definire la presente invenzione, e per raggiungere lo scopo di

offrire alle aziende manifatturiere, che conducono i loro processi di controllo qualità impegnando un operatore, uno strumento che consenta, gradualmente, di automatizzare tali attività.

Ricorrendo agli insegnamenti della presente invenzione è possibile fornire a molte aziende manifatturiere una piattaforma che permette di implementare il processo di migrazione verso un controllo qualità automatizzato, oggettivo, ed efficiente. E tale processo di migrazione può essere sostenuto senza la necessità di mettere in pratica onerose attività di programmazione o di configurazione ognqualvolta viene introdotta la produzione di un nuovo manufatto o di una nuova versione di un manufatto in produzione.

La piattaforma informatica secondo l'invenzione consente la costruzione di un campione di addestramento per strumenti di analisi automatica delle immagini appartenenti alla famiglia, intesa in modo ampio, delle "reti neurali"; e la costruzione di tale campione di addestramento non richiede all'operatore che esegue i controlli di qualità di effettuare alcun lavoro aggiuntivo.

Anzi, l'interfaccia messa a disposizione dalla piattaforma di controllo informatizzata, che a sua volta presenta all'operatore immagini digitali del pezzo da ispezionare, semmai, facilita il compito dell'operatore per classificare e localizzare i singoli difetti che egli rileva.

Gli algoritmi di addestramento possono essere attivati mentre l'operatore è al lavoro, dato che ogni singola immagine, esaminata dall'operatore, produce campioni di addestramento che possono essere usati sia per l'addestramento vero e proprio che per la valutazione dell'addestramento raggiunto.

Questa invenzione, pertanto, soddisfa gli scopi per cui è stata concepita, e presenta anche ulteriori vantaggi, che risulteranno più evidenti dalla descrizione

seguente, che illustra ulteriori dettagli dell'invenzione stessa attraverso alcune forme di implementazione e dalle rivendicazioni allegate, che formano parte integrante della presente descrizione.

#### Descrizione dettagliata

- 5           Alla base dell'invenzione vi è la scelta di definire una piattaforma informatica che consenta di usare strumenti di analisi basati su "reti neurali". Questa scelta è decisiva in quanto lo strumento delle "reti neurali", per eseguire automaticamente le proprie analisi sui diversi manufatti che devono essere di volta in volta controllati, non richiede programmazione, ma addestramento.
- 10          Grazie alla piattaforma informatica secondo l'invenzione viene messo in pratica un flusso metodologico che comprende le operazioni di controllo visivo eseguite da operatore come avviene in molti casi secondo la prassi corrente, tuttavia, le operazioni svolte dall'operatore possono essere affiancate da altre operazioni eseguite automaticamente, e l'interazione tra il flusso operativo eseguito 15        dall'operatore, ed il flusso operativo eseguito automaticamente non richiede di rallentare o di aggiungere elementi di complessità nelle operazioni che devono essere svolte dall'operatore.

Tipicamente, gli operatori addetti alle ispezioni finalizzate al controllo qualità 20        operano di fronte a dei nastri trasportatori o davanti ad altri sistemi che presentano, uno dopo l'altro, gli oggetti da ispezionare. Pertanto, le medesime postazioni predisposte per l'operatore che deve ispezionare il manufatto, possono essere attrezzate con una telecamera che acquisisca la stessa vista che viene presentata all'operatore.

In genere, i manufatti vengono ispezionati dall'operatore che li visiona dal vivo, operando dall'apposita postazione, in alcune forme di implementazione, è anche possibile adottare una soluzione che prevede che la ripresa dell'immagine video venga acquisita con una telecamera integrata in un dispositivo indossabile idoneo  
5 ad essere indossato dall'operatore stesso. Tale scelta appare meno preferibile, in quanto, quando la piattaforma dovrà implementare le ispezioni senza operatore (perché avrà "appreso" le regole ed i criteri di classificazione), sarà necessario installare una telecamera nella posizione dove si trovava l'operatore. Tuttavia la scelta di impiegare una telecamera indossabile dall'operatore è una forma di  
10 implementazione che semplifica il sistema di manipolazione dei pezzi che devono essere ispezionati, in quanto è l'operatore stesso ad essere coinvolto nella loro manipolazione.

Questa forma di implementazione, pertanto, consente di acquisire le immagini di ispezione in formato digitale, senza complicare il sistema di manipolazione dei pezzi  
15 da ispezionare; permette di mantenere valide alcune procedure eventualmente consolidate, in cui l'operatore manipola personalmente i pezzi che ispeziona, ma pospone, ad una fase successiva, il problema di movimentare i pezzi da ispezionare, quando la piattaforma di ispezione informatizzata diventa idonea per procedere autonomamente, senza cioè la presenza dell'operatore.

Ad ogni buon conto, è chiaro che è certamente possibile attrezzare la postazione  
20 d'operatore con una telecamera, in modo che le sia possibile acquisire immagini in formato digitale delle viste che si presentano all'operatore che esegue le ispezioni. In altre possibili forme di implementazione, dato che le immagini sono acquisite in formato digitale, e che non è certo un problema (neanche in termini di costi) acquisire immagini con ottima risoluzione, è addirittura possibile che le ispezioni da  
25

parte dell'operatore vengano eseguite direttamente osservando l'immagine digitale, senza la necessità di predisporre una postazione che consenta all'operatore di visionare dal vivo i manufatti da ispezionare. Anzi questa opzione implementativa, in molti casi, può essere considerata preferibile, dato che l'installazione di una telecamera in un punto di passaggio del manufatto è, in generale, un'operazione più agevole e semplice della predisposizione di una postazione per operatore all'interno o in prossimità dell'area produttiva.

È chiaro che posizionando una telecamera di ripresa lontano dalla postazione operatore, in un punto di passaggio del manufatto in una delle fasi finali del processo produttivo (cioè quando il manufatto è sostanzialmente completo), l'ispezione visiva avviene visionando a video le immagini acquisite. Pertanto, è possibile allestire la postazione operatore in un normale ufficio con una scrivania, in cui l'operatore lavora davanti ad un monitor: predisponendo quindi tale postazione in un modo assolutamente tra più semplici che si possano immaginare. Inoltre, in questo modo viene semplificato drasticamente anche il sistema di movimentazione dei pezzi da ispezionare, in quanto basta posizionare delle telecamere, ossia degli oggetti di dimensioni molto ridotte, in punti della catena di montaggio già esistente, e predisposta per funzioni prettamente manifatturiere, scegliendo posizioni dalle quali è possibile acquisire immagini significative ai fini dell'ispezione.

L'ispezione visiva, sia nel caso in cui avvenga dal vivo che nel caso in cui sia effettuata visionando a video le immagini del manufatto acquisite, permette all'operatore di vedere (quando presenti) eventuali anomalie di produzione. Sia nel caso di ispezione dal vivo che nel caso di ispezione a monitor, l'operatore deve segnalare l'esito della sua ispezione, e, se nel caso di assenza di anomalie può essere convenzionamene accettata l'assenza di segnalazione di esito,

considerando il silenzio come corrispondente ad un esito positivo (cioè assenza di difetti), nel caso in cui un'anomalia sia rilevata, un esito deve sempre essere esplicitamente espresso.

Disponendo di un'immagine digitalizzata a monitor, l'operatore, anche nel caso in 5 cui abbia effettuato l'ispezione visionando il manufatto dal vivo, può utilizzare l'interfaccia video per puntare e circoscrivere un'area ristretta dell'immagine che inquadri esattamente l'anomalia individuata.

Evidentemente un'operazione di puntamento a video, e di selezione di una zona di immagine è assolutamente semplice, ad esempio servendosi di un “*mouse*”, o, 10 ancor più semplice, se il monitor usato include una funzionalità “*touch screen*”.

Un ultimo compito che l'operatore è chiamato a svolgere consiste nell'etichettare l'anomalia o il difetto rilevato.

L'etichettatura delle anomalie rilevate non è strettamente essenziale nei casi in cui i pezzi difettosi vengono semplicemente scartati senza che venga condotta a 15 posteriori alcuna analisi sulle cause che hanno dato luogo all'anomalia; tuttavia in virtù del fatto che si tratta di un'operazione molto veloce, che l'operatore può svolgere senza un sostanziale sforzo aggiuntivo, l'etichettatura dei difetti occorsi durante il processo manifatturiero, e rilevati, è una pratica certamente raccomandabile in ogni processo di controllo qualità.

20 In particolare, dato che l'operatore già seleziona l'area dell'immagine che inquadra il difetto, se gli viene presentata una lista predefinita di anomalie possibili, l'operazione di selezionare il difetto effettivamente riscontrato può essere svolta molto velocemente, senza un significativo aggravio operativo.

Anche nel caso in cui la tipologia di difetto non sia associabile ad un'etichetta 25 predefinita e disponibile, l'operatore può associare un'etichetta temporanea

indicante un'anomalia non pre-classificata, così da consentire una successiva analisi più approfondita che possa consentire di aggiornare la lista predefinita di anomalie possibili.

In alternativa, l'operatore può aggiungere una nuova etichetta mentre è in linea ed usare quella (cioè l'etichetta appena aggiunta) per l'etichettatura. Quest'ultima opzione è certamente fattibile dal punto di vista tecnico, e presenta il vantaggio di attribuire sempre un'etichetta esplicativa ad ogni anomalia; tuttavia è un'opzione sconsigliata, perché rallenta l'operatività dell'operatore, ed introduce una classificazione che può contenere elementi di soggettività, tantopiù che viene definita velocemente, e senza le opportune riflessioni che potrebbero essere utili.

In definitiva pur con tutte le varianti implementative di cui si è detto, una postazione come quella indicata nella precedente descrizione permette ad un operatore di effettuare un controllo qualità in modo tradizionale e, al contempo, permette di acquisire un ricco campione di immagini, associate ad esiti di ispezione.

Inoltre, nel caso in cui l'esito di ispezione evidenzi un'anomalia da segnalare, possono essere acquisite altre informazioni generate dall'operatore, ed in particolare, viene prodotto, anch'esso in formato digitale, il ritaglio dell'immagine che ben inquadra l'anomalia rilevata, la quale, nella maggior parte dei casi, è anche classificata tramite un'opportuna etichettatura.

A questo punto la piattaforma di controllo informatizzata necessita solo di essere dotata di opportuni mezzi di calcolo e di memoria idonei ad eseguire specifici programmi a supporto delle procedure di controllo qualità.

Un primo insieme di programmi, è attinente al processo di controllo della qualità effettuata per via ispettiva con operatore umano, ed è un insieme di

programmi di cui sono tipicamente dotate tutte le aziende che effettuano il controllo della qualità dei loro manufatti.

Tra le funzioni svolte dai programmi appartenenti a questo primo insieme, vi è ovviamente la funzione essenziale, che consiste nel mantenere dei registri sulla qualità della produzione, in modo da permettere l'isolamento dei pezzi anomali, garantendo così opportuni standard di qualità.

Oltre ai programmi che implementano tale funzione essenziale sono normalmente presenti eventuali programmi di analisi delle anomalie riscontrate, nonché programmi di caratterizzazione (e rappresentazione) statistica dei controlli effettuati.

Un secondo insieme di programmi, è attinente al processo di progressiva automatizzazione del controllo qualità. In questo insieme di programmi, secondo la forma di implementazione preferita della presente invenzione, vi sono programmi che implementano la metodologia secondo gli insegnamenti indicati nella domanda di brevetto n. IT102021000025502, dal titolo "*METODO DI AUTOMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI CONTROLLO QUALITÀ IN AMBITO MANIFATTURIERO*", presentata da alcuni degli autori della presente domanda di brevetto.

In generale, i programmi appartenenti a questo secondo insieme costituiscono la parte innovativa dell'invenzione, in quanto sono programmi che possono essere impiegati a valle di processi manifatturieri che variano con significativa frequenza, senza necessitare di complesse configurazioni o, peggio, di riscrittura di loro parti.

Tra questi programmi, vi sono:

- ✓ un programma che costruisce un insieme campione di addestramento comprendente immagini, o ritagli di immagini di pezzi reali con la loro relativa classificazione in merito alla presenza o meno di difetti o anomalie di vario tipo;

- ✓ un programma di addestramento di una o più “reti neurali”, che mediante detto insieme campione di addestramento, addestra dette una o più “reti neurali” ad eseguire automaticamente l’analisi e la classificazione in merito alla presenza o meno di difetti o anomalie di vario tipo;
- 5
- ✓ un programma di analisi automatica delle immagini che, mediante il ricorso a dette una o più “reti neurali”, effettua le analisi in tempo reale delle immagini acquisite dal sistema informatizzato secondo l’invenzione (si osserva che detto programma può operare sia ricorrendo a “reti neurali” già addestrate, sia a “reti neurali” in corso di addestramento).

10 Come detto ormai più volte, la piattaforma secondo l’invenzione consente di implementare con efficienza la metodologia secondo gli insegnamenti indicati nella già più volte citata domanda di brevetto n. IT102021000025502, dal titolo “*METODO DI AUTOMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI CONTROLLO QUALITÀ IN AMBITO MANIFATTURIERO*”, e di cui è utile richiamare di seguito alcune caratteristiche essenziali, per le quali è 15 stata richiesta protezione brevettuale (e che costituiscono quindi arte nota di riferimento per la presente invenzione).

Il procedimento indicato nella domanda di brevetto n. IT102021000025502, utilizza 20 un programma di analisi delle immagini che produce le proprie conclusioni sulla base di esiti forniti da una “rete neurale” che, almeno inizialmente, non è ancora addestrata. Le immagini che vengono analizzate da detto programma sono le stesse che vengono analizzate da un operatore di controllo qualità che, sulla base delle proprie conoscenze, valuta l’eventuale presenza di difetti sui manufatti che controlla.

Tale programma opera in parallelo al lavoro dell'operatore, quindi, ciascuna immagine relativa ad un campione di manufatto da analizzare viene di fatto utilizzata dapprima come campione di verifica.

Infatti, il risultato dell'analisi automatica di tale campione, che a sua volta dipende dagli esiti della "rete neurale" (che di tale programma costituisce il motore decisionale), viene confrontato con le classificazioni prodotte dall'operatore. Ogni campione viene quindi usato, di fatto, in prima battuta, come campione di verifica.

In un secondo tempo, dato che presumibilmente la "rete neurale", almeno inizialmente non è addestrata, e quindi l'addestramento deve essere continuato, i vari campioni acquisiti (corrispondenti alle decisioni dell'operatore che effettua il controllo di qualità) vengono usati per arricchire l'insieme di addestramento di ulteriori campioni.

Disponendo di un insieme di dati di addestramento, in cui ad ogni immagine, o ritaglio di immagine, è associata un'etichettatura (cioè un'etichetta che indica "assenza di difetto", oppure che identifica una "tipologia di difetto"), può essere messo in pratica l'addestramento della "rete neurale", che viene condotto mediante un opportuno algoritmo di apprendimento, in genere diverso da caso a caso, a seconda del modello di "rete neurale" che viene adottato.

Si noti che i campioni di partenza prodotti dalla normale operatività dell'operatore che esegue il controllo di qualità, sono dapprima usati come campioni di test, e vengono poi trasformati in campioni addestramento della "rete neurale", dopo essere opportunamente formalizzati, tipicamente (ma non necessariamente) suddividendo l'immagine acquisita in immagini più piccole, cioè dei ritagli, che rappresentano regioni, più piccole e più di dettaglio (di dimensioni anche relativamente ridotte), dell'immagine iniziale complessiva.

In generale, comunque, la suddivisione delle immagini dei pezzi da controllare in ritagli consente di costruire un campione di addestramento più omogeneo ed efficace per l'addestramento. Infatti le immagini, o non contengono difetti, o contengono un difetto ben inquadrato nell'immagine da analizzare. In genere, escludendo alcuni casi limite, sono immagini più piccole e semplici, e si riferiscono a particolari dell'oggetto da controllare, non all'oggetto nella sua interezza. Come già detto, alcuni di questi particolari, raffigurati nei singoli ritagli, sono privi di difetti visibili; altre parti del manufatto, invece, corrispondono alle zone dove è presente un difetto, e questo occupa sempre una parte significativa di un ritaglio dell'immagine nel suo complesso, quindi il difetto è generalmente evidente perché l'immagine campione (cioè il ritaglio) inquadra sostanzialmente tale difetto.

I criteri di suddivisione delle immagini, una volta che l'operatore ha inquadrato il difetto, possono essere automatizzati seguendo varie regole euristiche, a partire dalla zona con cui il difetto viene originariamente confinato dall'operatore attraverso un'interfaccia opportuna di cui si è già detto.

In alcuni casi, in cui il difetto è molto esteso; si consideri l'esempio di un lungo graffio su una superficie che deve avere una finitura omogenea, questo, per comodità, può essere inquadrato in un insieme di ritagli adiacenti in cui l'immagine acquisita viene suddivisa, ed ognuno di questi ritagli può essere classificato con un'etichetta corrispondente al difetto "graffio", o "spezzone di un graffio".

Tale flusso metodologico è adatto ad essere implementato mediante una piattaforma informatica, comprensiva di una postazione operatore e di sistemi fisici che sono l'oggetto della presente invenzione.

Tramite tale piattaforma informatizzata, pertanto, è possibile supportare l'attività di un operatore impegnato nella rilevazione dei difetti; e tale piattaforma, dopo la fase

di addestramento della “rete neurale” o delle “reti neurali” in essa integrate, può teoricamente condurre i suddetti controlli in autonomia, anche senza più il bisogno di un operatore.

Un processo di controllo inizialmente presidiato può quindi, in molti casi, trasformarsi in un processo automatizzato, in cui la piattaforma di controllo informatizzata produce i propri esiti senza soluzione di continuità passando dalla modalità presidiata da operatore a quella automatizzata.

Infatti, l’operatore è chiamato ad eseguire i controlli analizzando i singoli pezzi distinguendoli tra quelli buoni e quelli da scartare fintanto che il programma di analisi automatica, che si basa sugli esiti di una “rete neurale”, produce risultati difformi da quelli dell’operatore. Tuttavia, man mano che la rete viene addestrata, la precisione degli esiti automatici aumenta (e tale precisione è valutabile oggettivamente, alla prova dei fatti), finché, ad un certo punto, il programma può essere fatto funzionare da solo, perché si è potuto riscontrare che è in grado di produrre decisioni sempre corrette.

#### Varianti e Considerazioni conclusive

In sintesi, gli insegnamenti della presente invenzione consentono di soddisfare gli scopi per cui è stata concepita perché, abilita l’esecuzione di processi di controllo qualità concepiti per essere eseguiti da operatore, con la differenza che il lavoro dell’operatore, oltre ad essere facilitato e reso particolarmente spedito (ma non sono questi gli scopi essenziali dell’invenzione) viene sfruttato anche per produrre altre informazioni non strettamente legate al puro controllo qualità.

Lo sfruttamento di tali dati consente di mettere gradualmente a punto una piattaforma che può velocemente sostituire l’operatore nelle sue attività di ispezione e controllo, automatizzando un processo che, nei casi di noti in cui la presente

invenzione non viene adottata, non viene quasi mai automatizzato, in quanto l'automatizzazione del controllo qualità, ad oggi, è relegata di fatto ai soli casi di produzioni molto numerose, stabili e ripetitive sul lungo periodo.

Gli insegnamenti dell'invenzione, invece, consentono la messa a punto di programmi di analisi automatica, anche in contesti produttivi che, seguendo la prassi nota, sono esclusivamente gestiti con controlli eseguiti da operatore, essendo di fatto antieconomico predisporre programmi efficaci di analisi automatizzata.

L'attività inventiva associata alla presente invenzione non è da ricercarsi prevalentemente nelle caratteristiche fisiche della piattaforma indicata, la quale, tutto sommato, per essere implementata, si compone di sistemi abbastanza scontati. Invece, è stata certamente esercitata attività inventiva nella proposizione del problema tecnico: cioè il problema di indicare una piattaforma informatica che potesse essere usata da un operatore del controllo qualità in modo apparentemente normale (per effettuare speditamente ispezioni visive di pezzi prodotti mediante un processo manifatturiero), ma che al contempo, ed in parallelo a tale attività operativa, fosse una piattaforma predisposta per far tesoro del lavoro dell'operatore in modo da poter continuare tale lavoro in autonomia.

Quindi, sebbene le caratteristiche fisiche della piattaforma di controllo informatica secondo l'invenzione siano di facile definizione, esse rispondono ad un'esigenza di grandissimo interesse reale da parte del mondo manifatturiero, sempre alla ricerca di aumentare la propria efficienza operativa.

Si noti, che la generazione di un esito mediante una simulazione condotta con strumenti di calcolo basati su "reti neurali" costituisce un processo di calcolo estremamente veloce che può essere eseguito in tempo reale mentre l'operatore

esegue le sue ispezioni visive, cosicché il risultato dell'analisi automatica può essere confrontato in tempo reale con l'esito delle ispezioni condotte dall'operatore.

Il processo di calcolo associato all'addestramento della, o delle, "reti neurali", invece, è un processo iterativo che può richiedere tempi di elaborazione più lunghi dei tempi necessari per le ispezioni, soprattutto se si addestrano numerose reti e se non si dispone di capacità di calcolo particolarmente potenti (che potrebbero far lievitare inutilmente i costi della piattaforma). Tuttavia, l'addestramento della, o delle, "reti neurali", pur essendo condotto in parallelo alle ispezioni da parte dell'operatore, è un processo che può continuare anche al di fuori degli orari di lavoro e produrre "reti neurali" opportunamente addestrate con un certo ritardo rispetto alla produzione dei dati di addestramento.

Questo ritardo, che comunque non è mai eccessivamente grande (l'ordine di grandezza va dalle decine di minuti alle poche ore), se da un lato preclude un addestramento in tempo reale, non crea certo alcun problema all'applicazione della piattaforma per il controllo della qualità, e nel perseguitamento degli scopi dell'invenzione. Ciò che conta è che, non appena si riscontra che un processo di apprendimento ha condotto alla definizione di una "rete neurale" che produce esiti allineati a quelli prodotti dall'operatore, il programma di analisi automatica sia predisposto, a partire da un certo momento in poi, per funzionare autonomamente, senza la necessità di coinvolgere l'operatore ulteriormente.

Il fatto che l'arte nota non offra risposte soddisfacenti per automatizzare un numero crescente di processi di controllo della qualità, può essere letto come una prova che l'intuizione di disporre di una piattaforma di controllo informatico con una doppia funzione, non è evidentemente un'intuizione scontata.

Si ricorda infatti che i processi di controllo qualità in ambito manifatturiero sono uno dei più importanti processi industriali che riguardano tale ambito, ed il fatto di poterli convenientemente automatizzare costituisce un vantaggio significativo che, in definitiva, migliora la qualità generale dei processi manifatturieri nel loro complesso.

5 La piattaforma insegnata nella presente invenzione è passibile di implementazione in molteplici forme e varianti, soprattutto per la sua intrinseca propensione ad integrarsi con altre piattaforme ed altri sistemi aziendali.

Ad esempio, l'interfaccia operatore può essere implementata in molti modi ma, presumibilmente, nelle forme di implementazione preferite, ed in particolare quelle 10 in cui l'operatore esegue le ispezioni visive a monitor (tipicamente dal proprio ufficio), la piattaforma informatica secondo l'invenzione potrà essere strettamente integrata nei sistemi aziendali deputati al controllo di gestione in senso lato o, in generale, nei sistemi dedicati al monitoraggio dei processi manifatturieri. In tal caso, l'implementazione della piattaforma informatica secondo l'invenzione può 15 convenientemente condividere con questi altri sistemi le interfacce verso l'operatore e verso gli altri strumenti informatici aziendali; ad esempio, quando serve intervenire su una linea di produzione per rimuovere un pezzo difettoso.

Il punto di forza della presente invenzione è destinato a mantenere la sua rilevanza distintiva ancora per un tempo significativo, in quanto si basa su alcune intuizioni 20 inedite che consentono di sfruttare in modo nuovo dati prodotti per altri motivi. E tale sfruttamento innovativo delle informazioni produce risultati non noti allo stato dell'arte, che possono migliorare in modo rilevante i processi produttivi di aziende manifatturiere.

L'invenzione descritta, inoltre, non si limita a produrre il classico esito dei 25 processi di controllo qualità, infatti fornisce le informazioni sostanziali ed essenziali

per procedere ad affinamenti successivi dei processi produttivi, perché produce una ricca base dati informatizzata, descrittiva dei processi di produzione.

Tali dati così disponibili (cioè codificati in un formato informatico) potrebbero essere usati anche per indicare su quali lavorazioni, o su quali processi produttivi, 5 intervenire per migliorare la produzione, magari attingendo a soluzioni adottate in altre lavorazioni apparentemente diverse, o effettuate in altri centri di lavoro: casi, questi ultimi, in cui il trasferimento di competenze, e di esperienze, risulta spesso rallentato.

Pertanto, soprattutto nel contesto di tali scenari evolutivi, l'invenzione si presta ad 10 incorporare e supportare ulteriori sforzi di sviluppo e perfezionamento, capaci di migliorare, o aumentare, le prestazioni dell'invenzione come descritta alla luce degli scenari attuali, lavorando ad una sempre più spinta integrazione della piattaforma stessa negli altri sistemi e piattaforme aziendali.

Quindi, sviluppi ulteriori potrebbero essere apportati dall'uomo esperto del ramo 15 senza per questo fuoriuscire dall'ambito dell'invenzione quale essa risulta dalla presente descrizione e dalle rivendicazioni qui allegate che costituiscono parte integrante della presente descrizione; oppure, qualora detti sviluppi non risultino compresi nella presente descrizione, possono essere oggetto di ulteriori domande di brevetto associate alla presente invenzione, o dipendenti da essa.

TITOLO: PIATTAFORMA PER L'AUTOMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI  
CONTROLLO QUALITA' IN AMBITO MANIFATTURIERO

RIVENDICAZIONI

1. Una piattaforma informatizzata che comprende una postazione operatore  
5 comprendente uno schermo video idoneo a visualizzare una o più viste di un manufatto da ispezionare, essendo tale ispezione finalizzata al riscontro della presenza, o meno, di anomalie sul manufatto che siano riscontrabili per ispezione visiva;
  - a. e detta postazione operatore è anche dotata di periferiche di interazione uomo macchina, tramite le quali l'operatore è abilitato ad interagire con le immagini visualizzate a monitor, essendo dette periferiche di interazione uomo macchina idonee per selezionare parti dell'immagine e per associare delle etichette alle parti selezionate;
  - b. inoltre, detta piattaforma informatizzata, comprende un sottosistema di movimentazione e di presentazione dei singoli pezzi del manufatto ispezionato, essendo detto sottosistema di movimentazione e di presentazione predisposto per posizionare, uno ad uno, detti singoli pezzi del manufatto ispezionato, davanti ad almeno una telecamera di ripresa idonea ad acquisire almeno un'immagine di ogni singolo pezzo del manufatto ispezionato,
  - c. essendo anche detta almeno una telecamera di ripresa compresa in detta piattaforma informatizzata,
  - d. e detta piattaforma informatizzata comprende anche, mezzi di memoria e mezzi di calcolo predisposti per:
    - i. acquisire e memorizzare le immagini riprese

- ii. acquisire le partizioni delle immagini selezionate dall'operatore,  
oltre che l'etichetta assegnata dall'operatore,
- iii. eseguire un programma di elaborazione delle immagini acquisite  
predisposto per elaborare le stesse attraverso almeno una "rete  
neurale";

5 inoltre, detti mezzi di memoria e detti mezzi di calcolo compresi in detta  
piattaforma informatizzata sono configurati per eseguire

- iv. sia programmi di addestramento di detta almeno una "rete  
neurale", e
- v. sia programmi in cui detta almeno una "rete neurale" è impiegata  
per elaborare le immagini acquisite, e per produrre in uscita una  
loro classificazione.

- 10 2. Piattaforma informatizzata secondo la rivendicazione 1 in cui detta almeno  
una telecamera di ripresa è integrata in un dispositivo indossabile idoneo ad  
essere indossato dall'operatore che esegue le ispezioni da detta postazione  
operatore, visionando dal vivo i manufatti da ispezionare.
- 15 3. Piattaforma informatizzata secondo la rivendicazione 1 in cui detta almeno  
una telecamera di ripresa è posizionata in un punto di passaggio del  
manufatto nelle fasi finali del processo produttivo, lontano dalla postazione  
operatore, cosicché l'operatore esegue l'ispezione visiva visionando a video  
20 le immagini acquisite da detta almeno una telecamera di ripresa.
4. Piattaforma informatizzata secondo la rivendicazione 1 in cui dette  
periferiche di interazione uomo macchina, tramite le quali l'operatore è  
abilitato ad interagire con le immagini visualizzate a monitor, per selezionare  
25 parti dell'immagine, comprendono un "*mouse*".

5. Piattaforma informatizzata secondo la rivendicazione 1 in cui dette periferiche di interazione uomo macchina, tramite le quali l'operatore è abilitato ad interagire con le immagini visualizzate a monitor, per selezionare parti dell'immagine, comprendono un monitor con funzionalità “*touch screen*”.