



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

**SVILUPPO DI UN BANCO PER IL
FOTOSEGNALAMENTO 2.0**

**DEVELOPMENT OF A WORK BENCH
FOR PHOTOGRAPHICAL
IDENTIFICATION 2.0**

Relatore: Chiar.mo
PAOLO CASTELLINI

Tesi di Laurea di:
MARGHERITA BERTOGLIO

A.A. 2020/2021

INDICE

| | |
|---------------------------|----|
| INTRODUZIONE | I |
| 1.GLI STRUMENTI DI LAVORO | 1 |
| 1.1 Hardware | 1 |
| 1.2 Software | 3 |
| 1.3 Il programma | 3 |
| 2.FUNZIONAMENTO | 6 |
| 3.RISULTATI | 7 |
| 3.1 Le foto | 7 |
| 3.2 La ricostruzione 3D | 8 |
| 3.3 Le misure 3D | 9 |
| 4.CONCLUSIONI | 10 |
| BIBLIOGRAFIA | 11 |

Introduzione

Oggi giorno la tecnologia è parte fondamentale ed integrante della nostra vita, basti pensare all'uso intensivo dello smartphone ed ai suoi molteplici impieghi.

Nella vita di tutti i giorni siamo circondati da videocamere senza che ce ne rendiamo conto.

Per esempio, le videocamere di sorveglianza si trovano ovunque e sono parte fondamentale di molti processi investigativi svolti dalle forze dell'ordine, tra cui l'identificazione di pregiudicati, attraverso il confronto con le foto segnaletiche degli stessi.

Il foto segnalamento è “il procedimento di identificazione di una persona, costituito da due rilievi fotografici, un rilievo dattiloscopico e vari rilievi antropometrici”¹.

Per ciò che riguarda questa tesi, si prenderanno in considerazione solo i rilievi fotografici, i quali si compongono di una foto frontale ed una laterale del soggetto.

Pensando all'identificazione di una persona è evidente come due sole foto del soggetto non siano sempre sufficienti e come le immagini che abbiamo a nostra disposizione, ricevute ad esempio da videocamere di sorveglianza, inquadrano e riprendono le persone da angolazioni sostanzialmente diverse da quelle con cui si sono acquisite le foto segnaletiche.

Se si potessero acquisire rilievi fotografici più dettagliati, ovvero da diverse angolazioni e posizioni della fotocamera, si avrebbe un'idea più chiara del soggetto e sarebbe facilitato il suo riconoscimento da fotografie acquisite da pressoché qualsiasi videocamera presente nei luoghi quotidiani.

Proprio da questa idea è nata la collaborazione tra l'Università Politecnica delle Marche e la Polizia Scientifica delle Marche.

Si è infatti implementato un banco per l'acquisizione di foto segnaletiche da molteplici angolazioni e direzioni.

Questa tesi volge all'esame del funzionamento del banco ideato e all'analisi critica dei risultati ottenuti.

¹ Definizione tratta da <https://dizionari.repubblica.it>.

1. Strumenti di lavoro

1.1 Hardware

Per l'acquisizione delle foto segnaletiche è stato sviluppato un banco costituito da un sistema di movimentazione in cui un'asta metallica, vincolata a terra per stabilità, è collegata ad un telaio, a cui, a sua volta, è connesso un braccio. Quest'ultimo è costituito da un arco metallico in acciaio, su cui sono state montate una serie di fotocamere per il rilievo fotografico del viso da più angolazioni.

Le fotocamere in questione, per la progettazione iniziale del banco, sono quattro, ma l'idea è che una volta assestato il funzionamento con quattro fotocamere, se ne possano utilizzare anche una o più decine, per ottenere informazioni ancora più precise.

Inoltre, come si può vedere in fig.1, sul braccio è stato montato un sistema di illuminazione LED, cosicché il soggetto (in foto il manichino) sia illuminato uniformemente.



Figura 1

Il braccio è mosso da un motorino, controllato da un "arduino", che fa girare l'arco attorno al soggetto. L'Arduino "è una scheda open-source cioè con licenza libera, utilizzata per costruire progetti di robotica, elettronica e automazione.

È una scheda programmabile con microcontrollore e compresa di una parte software, o IDE, che eseguita su un computer, viene usata per scrivere e caricare codice informatico (in linguaggio “C”) nella scheda stessa.”²

Il banco funziona in modo che mentre il braccio gira, le fotocamere scattano in modo sincronizzato. L’acquisizione delle foto è fatta tramite dei piccoli sistemi composti da Raspberry Pi e moduli videocamera compatibili con essi, collegati tramite un cavo ad un alimentatore.

I Raspberry sono piccoli dispositivi a basso costo che possono essere utilizzati come veri e propri computer.

Per maggiori informazioni visitare il sito ufficiale: <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/>.

Essi sono stati programmati in modo che siano connessi ad una data rete Wi-Fi e che le immagini che registrano le videocamere siano consultabili su un assegnato indirizzo di rete (proprio di ogni fotocamera). Infatti è necessario solo che il computer da cui si desidera consultare le foto sia connesso alla suddetta rete Wi-Fi e poi, una volta immesso l’indirizzo della fotocamera nel browser vedremo qualcosa come in figura 2.

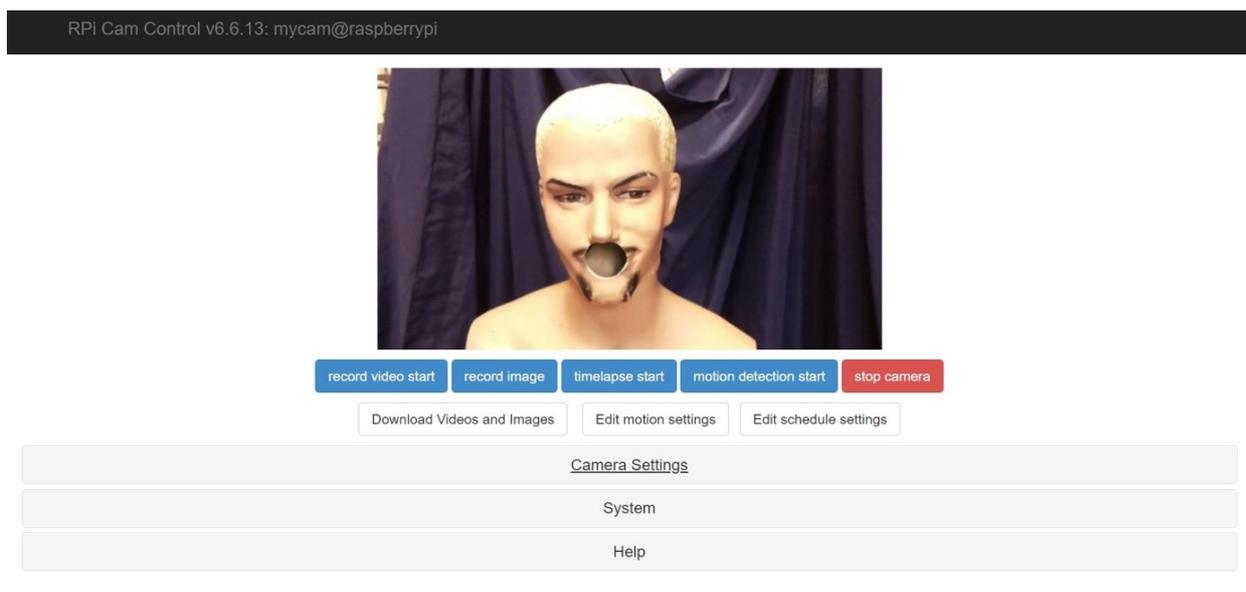


Figura 2

Da questa pagina si possono impostare le caratteristiche delle foto acquisite, come la dimensione, il bilanciamento dei colori, l’esposizione ecc.

Un altro strumento utile è la scansione 3D, che viene effettuata tramite “Go!Scan 3D”, uno scanner manuale che consente di misurare una qualsiasi superficie più o meno complessa e fare una scansione di un qualsiasi oggetto.

Nella progettazione del banco in esame questo strumento è stato utilizzato solo come metro di misura per la comparazione con la ricostruzione 3D tramite software.

² Informazioni tratte dal sito ufficiale.

Per ulteriori informazioni sul dispositivo visitare il sito: <https://www.creaform3d.com/it/soluzioni-di-metrologia/scanner-3d-portatili-goscan-3d/specifiche-tecniche>.

1.2 Software

Labview

Si è utilizzato il programma Labview, che “è un software per la progettazione di sistemi pensato appositamente per lo sviluppo di applicazioni di test, misura e controllo con accesso rapido all'hardware e ai risultati”³.

Tramite esso si è creato un programma che prenda l'immagine (relativa ad una posizione del braccio metallico) al suo indirizzo e la salvi in una cartella. Tale procedimento avviene contemporaneamente per ogni fotocamera e sequenzialmente per ogni posizione del braccio.

Si ottiene quindi una cartella con le immagini acquisite dalle videocamere per ogni posizione del braccio rispetto al soggetto. Più si aumenta il numero di posizioni del braccio da cui le fotocamere scattano e più immagini si otterranno.

3DF Zephyr Free

La fotogrammetria permette di ricostruire in modo automatico un oggetto 3D partendo da una serie di foto scattate da angolazioni diverse. È un processo simile a quello di una scansione 3D, ma non necessita di attrezzature particolari, in quanto è sufficiente avere una comune fotocamera.

Il software 3DF Zephyr permette di “eseguire automaticamente ricostruzioni 3D utilizzando immagini e dati video acquisiti con qualunque sensore ed utilizzando qualunque tecnica di acquisizione”⁴.

Di questo programma, utilizziamo la versione gratuita, che può gestire fino a 50 immagini.

Esso elabora le foto ricevute, scattate da tante angolazioni diverse e successive una all'altra in modo che tutte le parti dell'oggetto siano state fotografate con dettaglio sufficiente e crea la rappresentazione tridimensionale dello stesso.

Si ottiene quindi un modello 3D del nostro soggetto.

1.3 Il programma

Il programma (“VI”) sviluppato con Labview è essenzialmente formato da due sottoprogrammi (“sub-VIs”): uno aziona il motorino, facendo muovere il braccio attorno al soggetto e l'altro fa scattare le fotocamere.

³ Si veda il sito ufficiale.

⁴ Maggiori informazioni al sito ufficiale.

La seconda VI riceve come input l'indirizzo URL dell'immagine, da cui va appunto a prendere la foto e produce come output l'immagine stessa (figura 3).

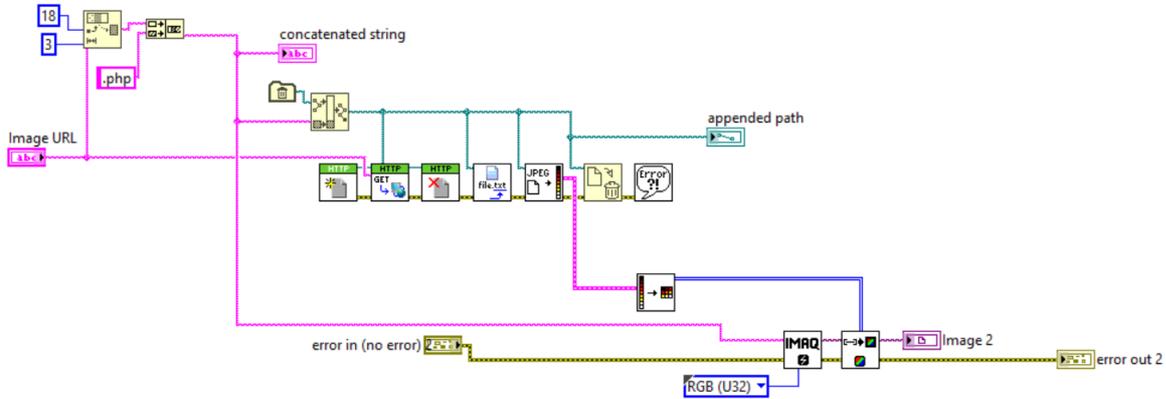


Figura 3

La VI in questione, chiamata “Download and Display”, è richiamata dentro un “for loop” per quattro volte, quante sono le nostre fotocamere (figura 4).

Ad ogni immagine uscente da una Download and Display VI viene assegnato un nome, con cui viene salvata in una cartella (comune a tutte le immagini), specificata in “path” (vedere fig.3). Il “numero di angoli”, che controlla quante volte il ciclo si ripete, altro non è che quante volte si chiede al programma di andare a prendere le immagini delle fotocamere e salvarle, quindi da esso dipende il numero di immagini totali che si avranno. Per esempio, con 17 “numeri di angoli” si otterranno 68 foto (4 fotocamere × 17 posizioni del braccio).

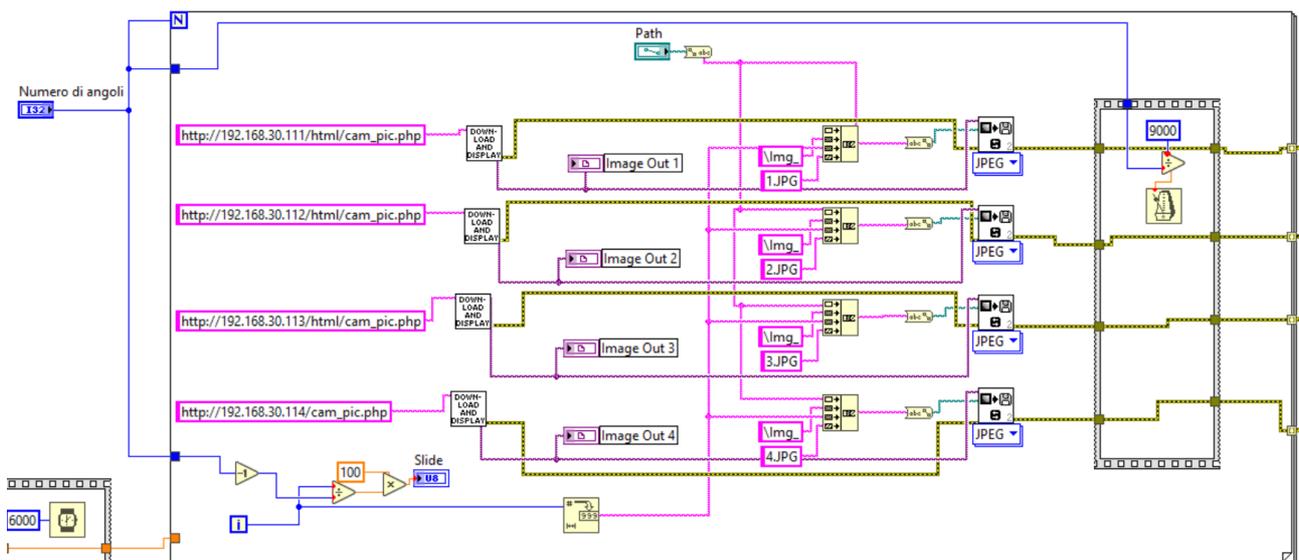
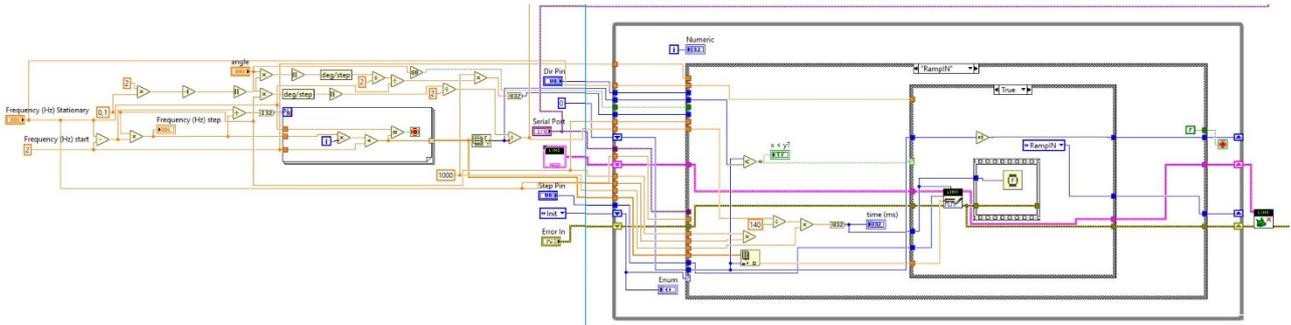


Figura 4

Nella parte più a destra del ciclo si trova una funzione “wait”, che fa sì che la raccolta di immagini avvenga in modo uniforme durante tutto il moto del braccio.

Tutto ciò che si trova sotto a questo ciclo è la VI che fa muovere il braccio:



Queste due sezioni lavorano in parallelo.

Si è notato che il braccio, datogli il comando, impiega circa 6 secondi prima di muoversi (probabilmente con un computer più performante il tempo necessario all'avvio sarebbe minore). Per questo è stata inserita una funzione "wait" (figura 5) che fa sì che il loop di download e salvataggio immagini aspetti 6 secondi prima di iniziare, così da acquisire immagini mentre il braccio si muove e non in quei secondi iniziali in cui sta fermo.

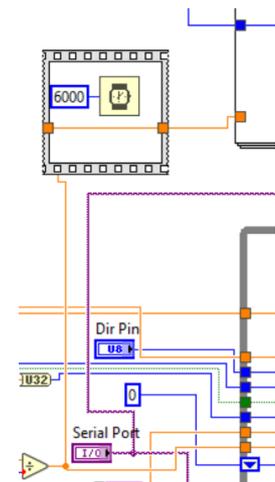


Figura 5

2.FUNZIONAMENTO

Il processo di funzionamento del banco si articola in due fasi.

Nella prima fase, tramite comando dal programma creato con Labview, il braccio ruota attorno al soggetto, da sinistra a destra, coprendo un angolo che ci permette di avere immagini esaustive di tutto il viso e contemporaneamente le fotocamere scattano le foto. Successivamente il braccio torna nella posizione di partenza.

Il programma elaborato su Labview fa sì che le foto scattate siano archiviate in una cartella.

In una seconda fase si ha l'elaborazione delle immagini nella cartella, come, per esempio, la ricostruzione 3D.

Per quanto riguarda la realizzazione di foto segnaletiche, la seconda fase non è strettamente necessaria, però è sicuramente uno strumento in più, utile all'identificazione del soggetto.

Questo processo è relativamente veloce, poiché i software elaborano le immagini autonomamente ed a costo zero, in quanto si trovano anche software gratuiti.

Se invece si vuole essere più scrupolosi, si può utilizzare uno strumento come uno scanner manuale che permette la scansione 3D del soggetto. Solitamente questi dispositivi hanno prezzi molto elevati e, utilizzando tecniche laser, richiedono che il soggetto abbia gli occhi chiusi durante l'acquisizione. Quello che si ottiene è un modello 3D che permette il confronto con la ricostruzione fatta partendo dalle foto acquisite da diverse angolazioni.

Tramite questo confronto è possibile valutare la qualità della nostra ricostruzione rispetto alla scansione.

3. Risultati

3.1 Le foto

Una volta effettuata l'acquisizione delle foto segnaletiche, si avrà una cartella che le contiene. Nella figura 6 si può vedere un esempio delle immagini che si possono ottenere (ne sono state riportate solo alcune a titolo illustrativo).

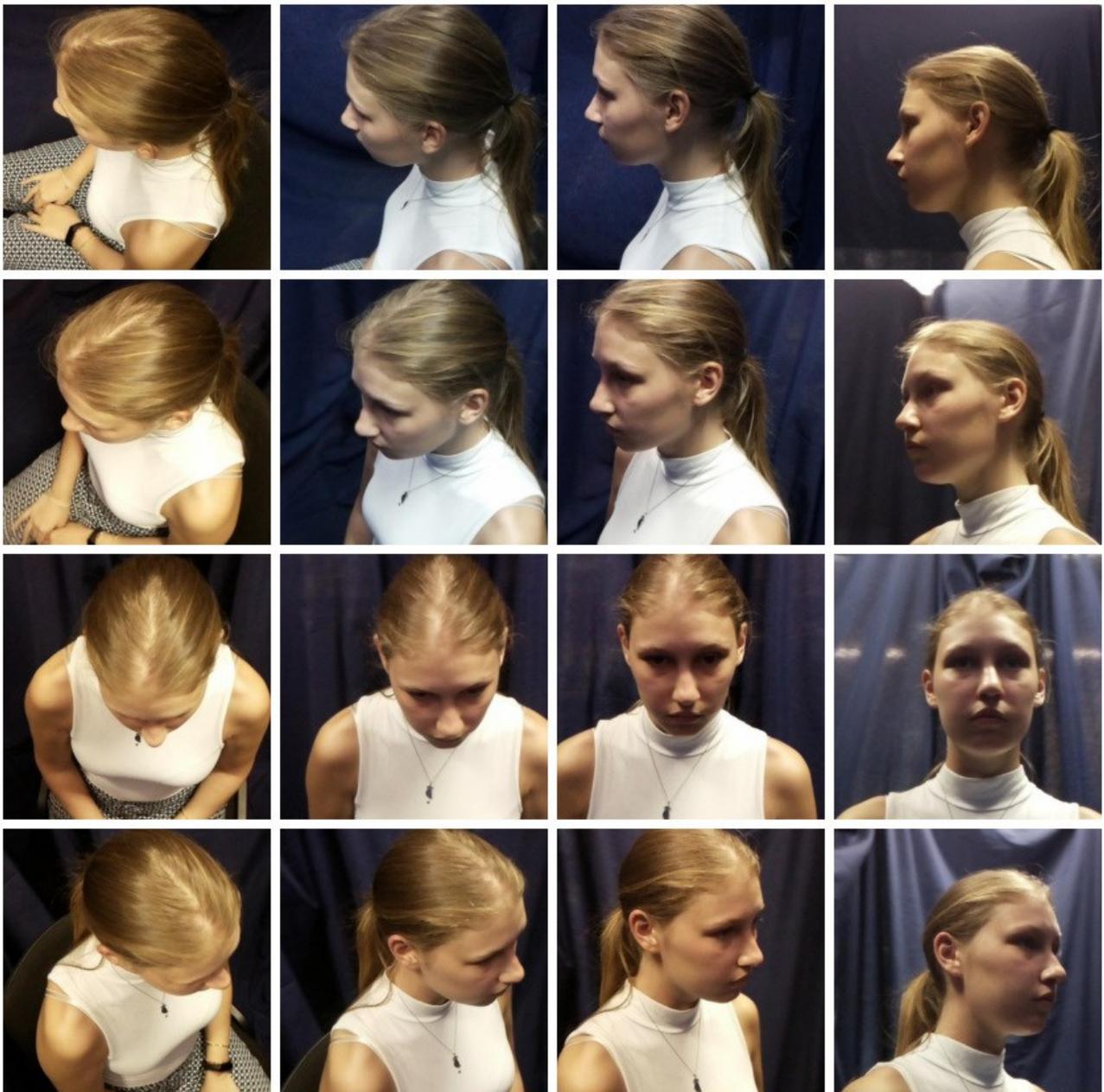


Figura 6

Come si è detto, maggiori sono le acquisizioni che si fanno nell'arco di giro del braccio e più numerose saranno le foto che si otterranno.

Si nota come, grazie ad esse, siamo in grado di cogliere ogni dettaglio del viso e come questi possono apparire diversi da diverse angolazioni.

Nonostante queste foto ricavate dall'utilizzo del prototipo non siano di elevata qualità, sono comunque funzionali al risultato che si voleva ottenere, ovvero avere immagini di una persona che la ritraggono da diverse direzioni.

3.2 La ricostruzione 3D

Per quanto riguarda la ricostruzione 3D tramite il programma, si ottiene un modello tridimensionale non perfetto, ma abbastanza accurato.

Infatti, considerando che il programma gratuito elabora solo 50 immagini, si può vedere che il soggetto risulta comunque facilmente riconoscibile e che quindi questo è uno strumento utile.

Di seguito si presenta un esempio di ricostruzione 3D ottenuta dalle foto scattate dalle nostre fotocamere: in fig.7 la ricostruzione con texture e in fig.8 la nuvola di punti che il programma crea.



Figura 7

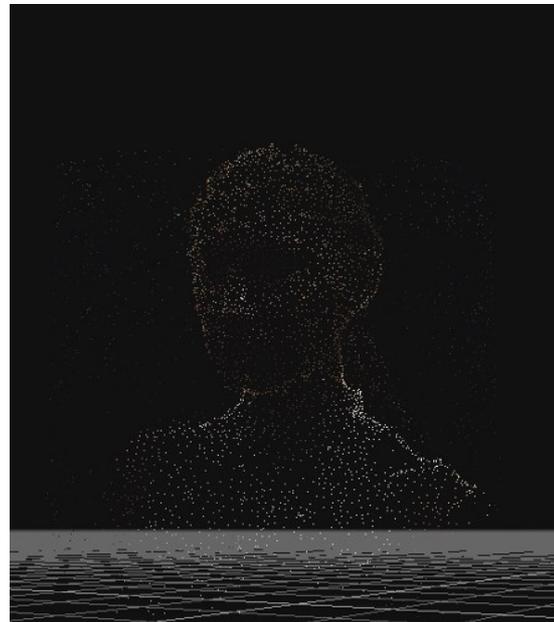


Figura 8

In fig. 9 (a,b,c,d) si può vedere la nuvola di punti da diverse angolazioni.

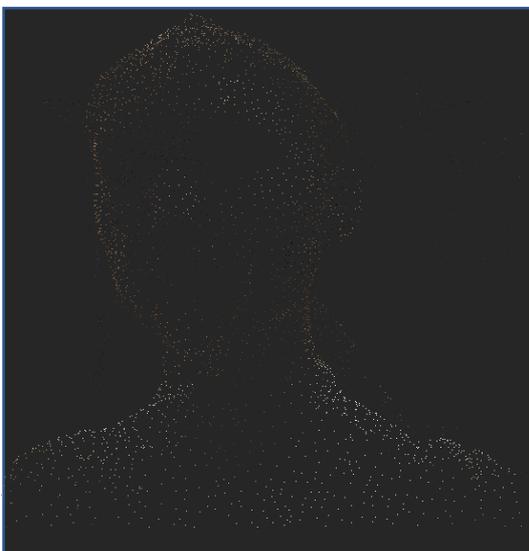


Figura 9a

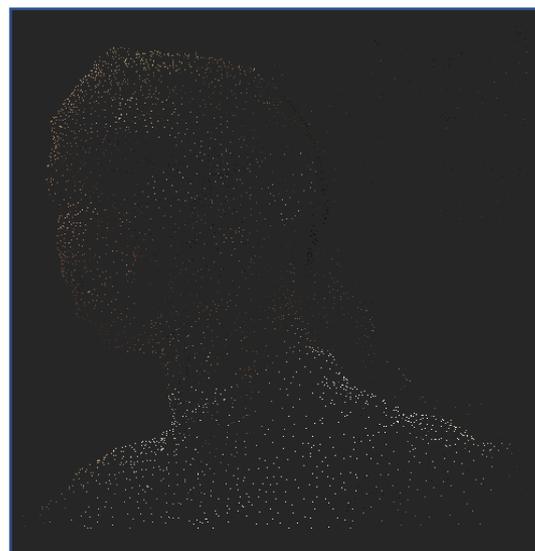


Figura 9b

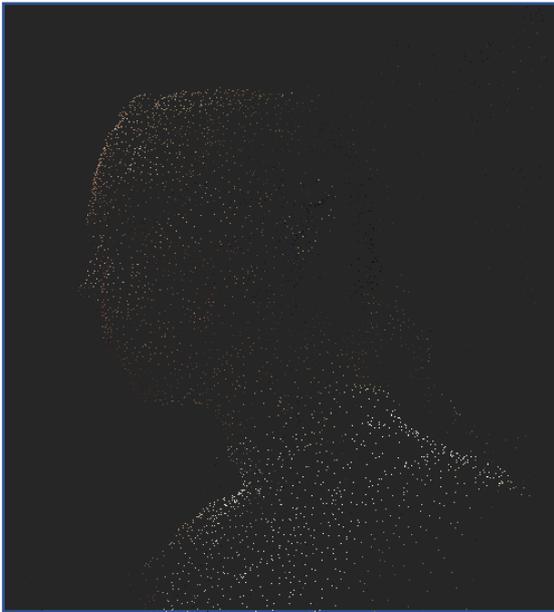


Figura 9c

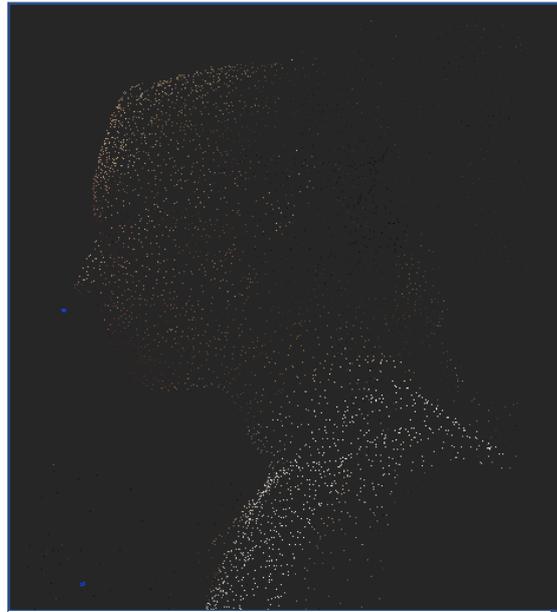


Figura 9d

3.3 Le misure 3D

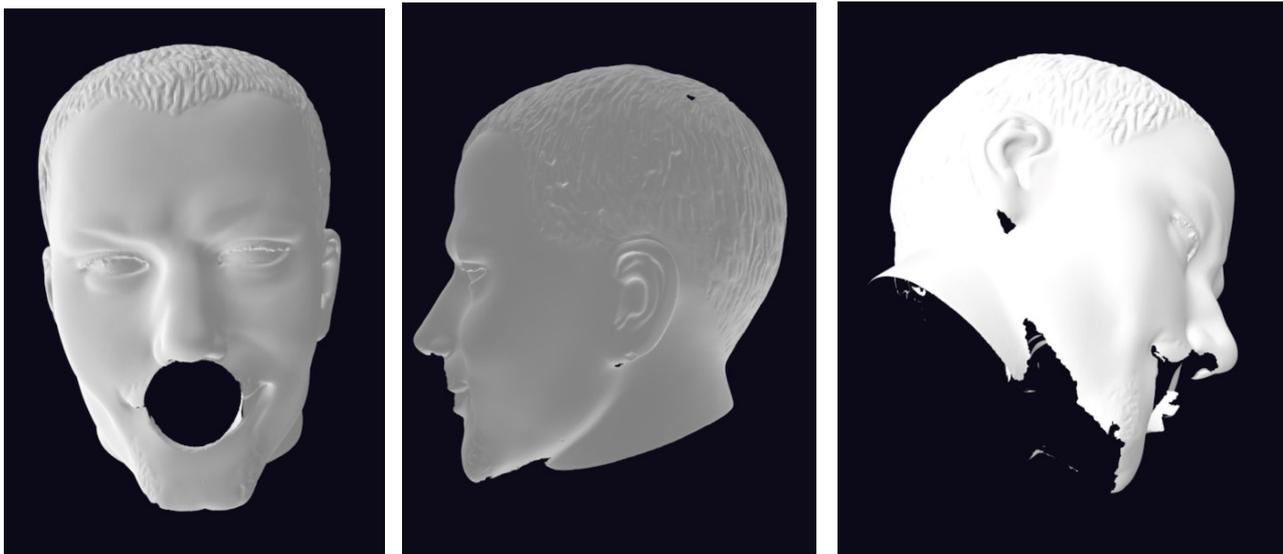


Figura 10

È stata elaborata la misurazione 3D della testa di un manichino, appoggiandola su di un piano, tramite lo scanner manuale di cui si è parlato precedentemente. Per chiarezza si specifica che la testa di manichino in questione presenta un foro nella zona della bocca passante fin dietro la testa. Ciò che si nota (fig.10) è che nelle zone facilmente raggiungibili dai laser dello scanner, la scansione è molto accurata e coglie molto bene i dettagli, mentre le zone caratterizzate da una minore visibilità, come sotto al naso o dietro alle orecchie, non vengono ben analizzate dallo strumento e risultano come dei “buchi” nel modello tridimensionale che otteniamo. Questo sarebbe facilmente evitabile qualora il soggetto fosse una persona fisica e non solo una testa appoggiata su un tavolo, in quanto sarebbe più semplice avvicinarsi adeguatamente per effettuare la misurazione.

4. Conclusioni

L'implementazione di questo banco ha reso possibile l'acquisizione di svariate foto, da direzioni diverse, di un soggetto.

Si osserva che:

- Al fine di ottenere immagini di alta qualità, si rende necessario che l'illuminazione dell'area in cui si trova il soggetto e di quella immediatamente vicina sia uniforme. Questo per evitare che alcuni dettagli delle foto vadano persi o siano deformati, a causa di ombre.
- Lo sfondo delle foto deve essere uniforme, specialmente se in un secondo luogo si vogliono usare software per la fotogrammetria.
- Il soggetto deve stare il più possibile fermo senza sbattere le palpebre ed evitare espressioni facciali, per tutto l'arco di tempo in cui le fotocamere scattano (circa 9 secondi), per non avere distorsione delle foto.

Ovvero, si deve avere piena collaborazione da parte del soggetto sottoposto a rilevamento fotografico. Questo può non essere garantito, se si pensa al campo di applicazione del banco.

Dal confronto tra la ricostruzione tridimensionale fatta con un software a partire dalle foto e la scansione 3D fatta con uno scanner, si nota che la ricostruzione tramite software, per quanto non sia particolarmente raffinata, è comunque un buono strumento.

Inoltre, l'utilizzo di scanner 3D, per quanto utile, potrebbe non essere una scelta economicamente sostenibile per tutte le stazioni di polizia in cui si effettua il fotosegnalamento.

Infatti l'ideale sarebbe avere un banco siffatto in ogni provincia, ma questi dispositivi per la scansione 3D hanno prezzi di qualche decina di migliaia di euro.

D'altra parte, utilizzando uno scanner laser per avere il modello 3D il soggetto dovrebbe stare fermo per più tempo e, come si è già detto, dovrebbe avere gli occhi chiusi per non danneggiare la vista con il laser dello strumento, quindi il suo utilizzo sarebbe forse inadeguato.

I risultati descritti in questa tesi di laurea suggeriscono che questa prima implementazione di un banco per l'acquisizione di foto segnaletiche, per quanto approssimativa, sia uno strumento produttivo al suo fine.

In futuro si potrebbe migliorare questo modello con alcune accortezze:

- utilizzo di fotocamere con risoluzione maggiore;
- utilizzo di una stanza dedicata, in cui posizionare il banco, caratterizzata da illuminazione e pareti omogenee;
- raffinamento dell'hardware che riguarda il sistema di movimentazione del braccio, in modo da avere un movimento più fluido e quindi una migliore acquisizione fotografica.

BIBLIOGRAFIA

- <https://dizionari.repubblica.it/Italiano/F/fotosegnalamento.html>.
- <https://www.progettiarduino.com/cosa-egrave-arduino-come-funziona-arduino.html>.
- <https://www.ni.com/it-it/shop/labview.html>.
- <https://www.3dflow.net/it>