

Tratto da Facility Management Italia n. 7. Autori: Enzo Scudellari, Marco Storchi.

Le attività per la progettazione, l'attuazione ed il controllo delle attività che attengono alla gestione di un patrimonio, non possono prescindere dalla sua conoscenza quindi dall'**anagrafe tecnica**.

Le metodologie di rilievo attualmente adottate comportano criticità non più compatibili con i processi in uso per la gestione di un patrimonio oltre che per la progressiva riduzione della disponibilità di risorse economiche.

I fattori di criticità

Fattore tempo

Fattore costo

Fattore integrazione

Fattore fruibilità

Fattore verifica

Fattore controllo

Fattore aggiornamento

Fattore precisione

Fattore tempo

Nella maggior parte dell'esperienze, la realizzazione dell'anagrafe tecnica, sia essa parziale, quindi realizzate per attività circoscritte come il servizio pulizia e il servizio energia, i tempi di realizzazione e restituzione sono in ritardo rispetto all'inizio dei servizi.

Questo comporta una maggiore difficoltà nella realizzazione del processo di erogazione dei servizi.

Fattore costo

Il costo di un rilievo e della sua restituzione è imputabile a diversi fattori, e gli elementi che possono portare ad un suo contenimento devono essere individuati singolarmente, avendo presente tutte le fasi in cui si articola il censimento immobiliare: la raccolta del materiale esistente, il rilievo per l'inquadramento degli immobili, il rilievo di tutti i singoli oggetti, ritenuti rilevanti ai fini dell'anagrafe, la predisposizione dei layout, grafici ed alfanumerici, e le attività di verifica e collaudo.

Fattore integrazione

Non sempre è possibile affrontare il progetto di anagrafe avendo già definito tutti gli elementi che si intendono rilevare, in quanto spesso le singole tematiche di gestione (le pulizie, il calore, la manutenzione edile, la gestione degli spazi...) vengono affrontate in tempi diversi e con interlocutori diversi; ci si ritrova, come conseguenza, a dovere procedere, ad integrazione dell'anagrafe precedentemente costituita, e in tempi diversi, a rilievi che interessano gli stessi locali dove vengono rilevati oggetti che erano già presenti nelle fasi di rilievo precedente, ma che non si era ritenuto utile prendere in esame.

Fattore fruibilità

La semplicità di accesso all'anagrafe costituisce un requisito fondamentale per la fruibilità della stessa da parte dei vari utenti che si trovano a dovere interagire con l'anagrafe; gli utenti sono diversi in quanto è diverso il loro ruolo nei processi connessi alla gestione degli immobili e quindi la loro conoscenza di cosa è l'anagrafe, come è

organizzata e quali sono i suoi contenuti, è molto diversificata: si passa dalle figure che hanno il compito di 'formare' l'anagrafe, alle figure che devono verificarne il livello di aggiornamento e qualità, alle figure tecniche che devono attuare e verificare i servizi da eseguire sugli immobili, e, da ultimo, all'utenza degli immobili.

Fattore verifica

Durante la fase di censimento, e comunque prima della consegna degli elaborati, occorre procedere a verifiche da parte del soggetto responsabile del rilievo; tali verifiche, che comportano la necessità di effettuare sopralluoghi sul posto, vengono eseguite principalmente a campione, molto spesso ridotto in quanto ritenute troppo onerose.

Fattore controllo

Alla restituzione dell'anagrafe da parte del soggetto attuatore, il committente deve, sulla base di un piano di collaudo predefinito, procedere, in analogia con quanto svolto dall'attuatore nella fase di verifica, a verificare il contenuto dell'anagrafe, eseguendo sia controlli direttamente sui dati e gli elaborati prodotti, sia sopralluoghi sugli immobili per verificare il livello di qualità raggiunto; nell'esperienza ci si trova davanti ad anagrafi che nelle attese sono molto articolate, e quindi 'ricche', mentre nella realtà, anche a causa di una carenza nel livello di controllo, non raggiungono quel livello qualitativo minimo che le renda pienamente utilizzabili da parte dei vari utenti.

Fattore aggiornamento

L'aggiornamento dell'anagrafe costituisce uno dei fattori più critici in quanto la verifica e l'apporto delle modifiche ai dati, grafici e alfanumerici, comportano sia costi di rilievo sia attività di 'incrocio' con le informazioni disponibili e quelle rilevate non di facile gestione; per tali motivi, nella prassi tipica, l'aggiornamento è molto sporadico, comportando quindi un livello qualitativo medio delle anagrafi immobiliari molto basso.

Fattore precisione

La precisione geometrica dei rilievi molto spesso è ridotta per non incidere troppo sul costo; mentre il grado di precisione adottato può risultare adeguato per l'utilizzo dell'anagrafe a supporto dei servizi previsti sugli oggetti rilevati, potrebbe non essere sufficiente per eventuali attività straordinarie da eseguirsi sugli immobili; come conseguenza potrebbe insorgere la necessità di eseguire, successivamente alla fase di censimento, ulteriori rilievi che non possono che gravare, anche se indirettamente, sui costi di anagrafe.

Il rilievo con laser scanner e la restituzione

Il laser scanner è uno strumento introdotto ormai da alcuni anni e il cui utilizzo si è sempre più diffuso in campi diversi, dalla modellazione industriale, all'archeologia, all'ingegneria, ecc.

La tecnologia del laser scanning consente di acquisire digitalmente oggetti tridimensionali di varie dimensioni sotto forma di nuvole di punti. La descrizione geometrica digitale dell'oggetto è di tipo discreto: quanto maggiore è la risoluzione impostata per l'acquisizione tanto più densa sarà la nuvola di punti e quindi più dettagliata la rappresentazione.

La scansione laser può essere considerevolmente più economica delle tecniche tradizionali per la sensibile riduzione dei tempi di rilievo: l'elevata velocità di acquisizione di informazioni e l'accuratezza dei dati consentono infatti un notevole risparmio di tempo anche con geometrie molto complesse.

Inoltre, una volta acquisiti i dati, ogni nuova misura necessaria può essere eseguita direttamente sulla nuvola di punti, eliminando quindi la necessità di tornare negli spazi rilevati.

L'utilizzo di questi sistemi permette di ottenere vantaggi notevoli rispetto ai sistemi tradizionali in quanto l'utilizzo di queste apparecchiature porta a ridurre i tempi della fase di rilievo e il personale che deve operare e permette di acquisire una notevole quantità di dati, di elevato livello di precisione.

La nuvola di punti, ottenuta con il rilievo, ha due ambiti di possibile elaborazione e quindi di restituzione:

- Come insieme di valori da sottoporre a strumenti in grado di fornire elaborati specifici (come ad esempio modelli tridimensionali delle superfici e degli oggetti, trasposizione in 2D con restituzione di tipo CAD, ecc.);

- Come rappresentazione di tipo fotografico, dove ogni pixel è nella realtà un punto con caratteristiche spaziali (x,y,z) e di riflettanza specifiche.
- Molto recentemente sono stati introdotti nel mercato nuovi strumenti software in grado di offrire nuove e più efficaci forme di restituzione delle nuvole di punti con un rendering di tipo fotografico. La restituzione di tipo fotografico permette la visione degli spazi oggetto di rilievo con una interfaccia attraverso la quale è possibile avere una vista panoramica di insieme, dove, a differenza di una tradizionale panoramica costruita con fotografie concatenate, i singoli pixel, con cui vengono restituite le immagini, sono i singoli punti della nuvola di punti, opportunamente elaborati, e quindi dotati delle sue coordinate spaziali (x,y,z) .
- Molto recentemente sono stati introdotti nel mercato nuovi strumenti software in grado di offrire nuove e più efficaci forme di restituzione delle nuvole di punti con un rendering di tipo fotografico. La restituzione di tipo fotografico permette la visione degli spazi oggetto di rilievo con una interfaccia attraverso la quale è possibile avere una vista panoramica di insieme, dove, a differenza di una tradizionale panoramica costruita con fotografie concatenate, i singoli pixel, con cui vengono restituite le immagini, sono i singoli punti della nuvola di punti, opportunamente elaborati, e quindi dotati delle sue coordinate spaziali (x,y,z) .
- Le interfacce utilizzate sono di tipo bubble view, consentendo così all'operatore di esplorare tutto l'ambiente rilevato mediante comandi che consentono in modo molto intuitivo la navigazione, senza esigere quei livelli di formazione richiesti dagli strumenti specializzati di elaborazione delle nuvole di punti.
- Le interfacce permettono non solo di navigare all'interno della rappresentazione panoramica, ma anche, attraverso la semplice selezione di punti sull'immagine, di determinarne le singole coordinate, o di misurare la distanza fra due punti di interesse; tale distanza è ottenuta geometricamente come distanza fra due punti nello spazio cartesiano, per cui la precisione di tale misura è molto elevata.
- Alcune soluzioni di mercato hanno introdotto funzioni che permettono di associare simboli a singoli punti della nuvola, consentendo quindi di evidenziare, sulla rappresentazione fotografica della nuvola di punti, oggetti ritenuti significativi.
- Al fine di estendere la disponibilità delle nuvole di punti, si adottano oggi dei formati che, effettuando una compressione dei dati, rendono accessibili tali dati anche da postazioni remote, attraverso rete internet, in analogia con quanto avviene nella tecnologia DWG attraverso il formato 'leggero' DWF.
- Tutti questi fattori di novità rendono il laser scanner e questi nuovi strumenti software elementi di interesse per la costituzione e la gestione dell'anagrafe immobiliare.
- **Utilizzo delle tecnologie laser scanner per la gestione dei patrimoni immobiliari**
- Il sostanziale fattore di novità portato dall'introduzione del laser scanner nei processi di gestione del patrimonio consiste nell'avere a disposizione un rilievo analitico, preciso e 'oggettivo' del bene immobiliare, non solo relativamente ai suoi aspetti architettonici ma comprensivo di tutto quello che è presente all'interno dell'immobile.
- La nuvola di punti, ottenuta dal rilievo con il laser scanner, può costituire il sistema di riferimento completo a cui riferire tutti i livelli di conoscenza che una gestione del patrimonio richiede, permettendo di trovare quel fattore più generale che permette di inquadrare sia le informazioni di tipo puntuale su singoli oggetti, sia le informazioni grafiche di tipo planimetrico (2D), sia le informazioni di tipo territoriale.
- La nuvola di punti, attraverso la sua rappresentazione di tipo fotografico, costituisce inoltre una completa e dettagliata restituzione dello stato di fatto dell'immobile in tutti i suoi dettagli.

- Tutto questo indipendentemente dalla necessità di costruire modelli 3D degli immobili, cosa ovviamente possibile ove richiesto, che comunque risultano onerosi e non sempre hanno l'efficacia e la semplicità d'uso degli strumenti di consultazione oggi disponibili.
- La caratteristica del rilievo (analitica nella acquisizione della nuvola di punti e di facile lettura nella restituzione di tipo fotografico) porta alla restituzione 'totale' di quello che è presente nella zona di rilievo: si introducono così significativi fattori di novità nel campo della gestione immobiliare.
- L'utenza del rilievo è notevolmente più estesa rispetto a quella di un rilievo tradizionale: le informazioni che possono essere acquisite dal rilievo, anche in tempi diversi, non sono solo quelle specifiche prestabilite nel progetto di anagrafe, in quanto dall'esame della restituzione possono essere individuati puntualmente tutti gli ulteriori elementi di interesse, comprese anche quelle informazioni non necessariamente legate al rilievo puntuale, come ad esempio l'utilizzo degli spazi, la destinazione d'uso di locali, le tematiche di sicurezza sul posto di lavoro, le problematiche di pulizia dei locali.

Viene inoltre risolto quell'elemento di 'contraddizione' che si ha nei progetti tradizionali di anagrafe per cui il contenuto del rilievo, dovendo rispondere ai requisiti della stazione appaltante, può non rispondere direttamente alle necessità dell'appaltatore, portando i due interlocutori a non condividere la stessa base di conoscenza e conseguentemente a utilizzare riferimenti non coerenti, con ricaduta quindi nei processi di gestione delle attività.

L'introduzione di queste nuove tecnologie porta a rivedere in modo sostanziale i processi di gestione del patrimonio. Di seguito vengono presi in esame tre punti:

- Costruzione e gestione dell'anagrafe immobiliare;
- Consultazione dell'anagrafe immobiliare;
- Processi di gestione dei servizi.
- **Costruzione e gestione dell'anagrafe immobiliare**
- La nuvola di punti costituisce un elemento di innovazione per la fase di costruzione dell'anagrafe in quanto è utilizzabile, fin dalla sua acquisizione, per la definizione e costruzione delle planimetrie 2D al CAD attraverso software specifici, riducendo in modo drastico le misure che occorre fare sul campo, avendo comunque a disposizione un grado di precisione elevatissimo: non è più un problema la carenza o imprecisione delle misure raccolte manualmente nella fase di rilievo. E' così possibile ridurre i tempi e quindi i costi di produzione degli elaborati.
- Occorre tenere presente che la restituzione di tipo fotografico del rilievo col laser scanner può essere messa a disposizione, senza ulteriori lavorazioni, non solo a chi deve procedere al censimento dei beni ma anche al committente, fornendo quindi in modo tempestivo una fondamentale base di lavoro e di conoscenza, senza dovere attendere il completamento del censimento.
- Le funzioni di consultazione delle nuvole di punti permetterebbero, anche ad utenti non specializzati, l'individuazione e il censimento dei componenti, determinando per essi l'esatta posizione spaziale, consentendo così, in modo automatico, il loro preciso posizionamento sulla rappresentazione sulle planimetrie 2D al CAD.
- L'ulteriore fattore positivo è dato dalla possibilità di integrare, in tempi successivi, o da parte di altri soggetti interessati, il censimento con nuovi elementi, presenti negli immobili, che in fase iniziale non si erano ritenuti rilevanti e quindi non erano stati rilevati: non è così necessario, in linea generale, dovere ritornare nei locali per nuovi rilievi.
- Potendo restituire sulla rappresentazione fotografica della nuvola di punti, attraverso tematizzazioni specifiche (attraverso simboli predefiniti), gli elementi censiti, si potrebbe disporre di uno strumento di

verifica immediata del censimento: navigando nei locali si possono determinare le carenze o le inesattezze nei dati di censimento.

- Questa operazione è particolarmente importante nella fase di aggiornamento dell'anagrafe, in quanto è sufficiente effettuare il rilievo con laser scanner degli ambienti che si ritiene abbiano avuto modifiche: la nuova nuvola di punti è sovrapponibile con i dati di censimento già effettuata e quindi si può procedere all'aggiornamento direttamente, senza necessariamente andare sul luogo.

Consultazione dell'anagrafe

La consultazione dell'anagrafe oggi avviene con strumenti che operano attraverso due diversi 'punti di vista':

- L'albero di classificazione dei componenti e l'albero di scomposizione degli elementi edili
- La planimetria restituita con strumenti CAD o GIS.

Le nuove tecnologie portano ad avere un terzo punto di vista, dato dalla nuvola di punti: la natura tridimensionale della nuvola di punti è in grado di fornire la dimensione spaziale all'anagrafe, dimensione all'interno della quale è possibile integrare i due tradizionali punti di vista (di caratteristiche puntuali la prima, e geometrica bidimensionale la seconda), inquadrandoli in modo più esteso e più vicino alla visione della realtà, che per sua natura è tridimensionale.

Anche i nuovi strumenti informatici, operanti sulla nuvola di punti, rendono l'anagrafe facilmente accessibile con nuove e più semplici funzioni di navigazione all'interno degli immobili e dei locali. Tali funzioni, operando con una restituzione di tipo fotografico, garantiscono un utilizzo molto intuitivo e immediato della visione tridimensionale, e potrebbero quindi essere direttamente utilizzate non solo dall'utenza tecnica coinvolta nei processi di gestione, ma anche dall'utenza degli immobili, che si trova a utilizzare le funzioni di consultazione solo occasionalmente, e spesso per semplici problemi di conoscenza e di individuazione degli oggetti, più che di approfondimento tecnico necessario per intervenire sugli stessi.

Processi di gestione dei servizi

Le nuove funzioni di consultazione della nuvola di punti possono essere utilizzate in fase di gestione dei servizi, non solo per accedere ai dati di anagrafe relativi ai componenti di interesse, ma anche per effettuare su di essa delle verifiche o delle misure utili alla determinazione delle azioni da intraprendere sui singoli oggetti, svolgendo quindi un ruolo attivo anche per i soggetti esecutori.

Le nuove tecniche e funzionalità aprono uno scenario fortemente evolutivo rispetto alla situazione attuale, in quanto si rendono disponibili sistemi che garantiscono un più elevato livello di condivisione fra utenza molto diversa e in quanto:

- La disponibilità degli strumenti e delle informazioni su architetture web permette un livello di diffusione e condivisione al massimo livello realizzabile;
- Informazioni che nascono 'sparse', causa la diversità dei soggetti coinvolti, la natura eterogenea delle informazioni stesse, delle diverse dinamiche di gestione, trovano così un punto di integrazione reale;
- Non è necessario un particolare presidio tecnico su tali rilievi, in quanto la restituzione non richiede particolare manipolazione dei risultati del rilievo, consentendo inoltre una disponibilità degli stessi in tempi mNon è necessario un percorso formativo dell'utenza, in quanto le interfacce sono di immediata comprensione;
- Quanto acquisito in fase di costituzione dell'anagrafe permette di fornire elementi utili a valutare, progettare e realizzare nuovi progetti di gestione dei beni;
- Nel caso di anagrafe già costituita, i nuovi rilievi si possono direttamente integrare con i dati, anche grafici, già acquisiti, in quanto nelle anagrafi già censite sono normalmente disponibili i dati localizzativi,

spesso direttamente su planimetrie, che ne permettono una rappresentazione o una individuazione sul rilievo tridimensionale.

Prospettive

Nell'analisi sopra riportata si è preso in esame l'applicazione delle metodologie degli strumenti connessi alla tecnologia laser scanner nel campo immobiliare.

Il laser scanner è già stato utilizzato sia per il rilievo di grandi impianti, di aree verdi, di strade. Tali esperienze sono prevalentemente rivolte al rilievo e all'analisi di situazioni circoscritte e non sempre nell'ottica di chi deve gestire i beni stessi.

Si ritiene quindi opportuno procedere ad ulteriori analisi che portino a individuare meglio i nuovi campi di applicazione per verificare i fattori positivi che possano emergere, con l'introduzione sistematica di queste nuove tecnologie, per la gestione di quanto di rilevanza per la gestione degli ambiti urbani, come ad esempio le strade, il verde pubblico, i trasporti urbani, lo smaltimento dei rifiuti.

Questo in quanto la forte componente territoriale dei diversi ambiti sopra esemplificati, la loro reciproca interrelazione, trova negli strumenti di rilievo 'globali', come il rilievo con laser scanner, un momento di sintesi a

Dispositivi laser per scansione tridimensionale (laser scanner)

Un laser scanner è un apparecchio che consente di registrare informazioni sull'ambiente ad esso circostante. In particolare, un laser scanner è in grado di effettuare misure ad una velocità elevatissima attraverso scansioni successive, utilizzando un fascio laser, rilevando automaticamente un oggetto nelle sue tre dimensioni.

Le misure che un laser scanner è in grado di acquisire non richiedono, come nel caso di una stazione totale, un prisma riflettente posto dalla parte opposta rispetto al punto di posizionamento dell'apparecchiatura di rilievo: in generale ogni superficie o elemento è misurabile nel suo stato naturale. L'oggetto del rilievo non è quindi solo un singolo elemento o un insieme predefinito di elementi, ma tutto quello che è presente nel campo visivo.

Tenendo conto che i laser scanner operano con una logica di tipo panoramico, ad ogni scansione viene rilevato tutto quello che è compreso nella sfera di azione dello strumento, esclusa ovviamente l'area occupata dal punto di appoggio dello strumento stesso.

Altrimenti difficilmente ipotizzabile con gli strumenti tradizionali (GIS o CAD).

Il prodotto della scansione è una nuvola di punti di coordinate (x,y,z) , data dall'insieme delle singole misure effettuate e riprodotte la forma dell'oggetto scelto e le sue caratteristiche notevoli (dimensioni, materiale, toni di colore, etc.).

Ci interessano, in questo contesto, i laser scanner cosiddetti mobili, ossia di dimensioni ridotte e quindi facilmente trasportabili e spostabili: in genere si tratta di apparecchi da posizionare su un apposito treppiede come si fa con una videocamera, o di "pistole" laser simili a quelle utilizzate nei controlli stradali per rilevare la velocità di un veicolo.

Esistono sul mercato varie categorie di laser scanner, ciascuna delle quali si distingue per portata, precisione e metodo utilizzato per la misurazione delle distanze. Il tipo di scanner detto a tempo di volo, o TOF (time of flight), è quello dotato della portata maggiore (può arrivare a misurare oggetti a oltre 1000 m di distanza), e per questo motivo è quello più comunemente usato in topografia. Il principio di funzionamento dello scanner a tempo di volo è il seguente: l'apparecchio emette un impulso elettromagnetico (laser) direzionato su un punto dell'oggetto della scansione, e misura il tempo trascorso tra l'emissione del segnale e la ricezione dello stesso segnale riflesso. Il valore del tempo viene usato (essendo nota la velocità dell'emissione laser) per ricavare la distanza che separa il punto dallo scanner stesso e dunque le coordinate spaziali (x,y,z) .

Questa operazione viene ripetuta migliaia di volte al secondo, dirigendo ogni volta il laser su un punto differente dell'oggetto; la densità dei punti da misurare (cioè la distanza massima tra un punto e l'altro) può essere scelta dall'operatore a seconda delle necessità di misurazione. Ovviamente, maggiore sarà la densità, maggiori saranno il numero dei punti rilevati e l'accuratezza dell'immagine finale.

Gli scanner oggi in commercio sono in grado di registrare, contestualmente alla distanza e quindi alle coordinate di ogni punto, altre informazioni come il valore di riflettanza o il colore, consentendo di ottenere un'immagine 3D più realistica e particolareggiata.

Altre categorie di laser scanner sono i triangolatori, molto accurati ma di bassa portata (<25 m) e dunque più

adatti agli oggetti di dimensioni ridotte (vengono usati, ad esempio, per la catalogazione di reperti archeologici), ed i distanziometri a misura di fase, adatti per oggetti di medie dimensioni e dotati di una portata minore rispetto agli scanner a tempo di volo (60-80 m).

La nuvola di punti

Il risultato di una scansione mediante laser scanner consiste in una grande quantità (anche dell'ordine dei milioni) di punti che riproducono sullo schermo del computer l'oggetto della scansione (che può essere l'esterno di un edificio, una stanza, un impianto industriale, una scultura, ecc...). A ciascuno di questi punti sono associati precisi valori numerici, primi tra tutti i valori delle coordinate spaziali (x,y,z), originando un sistema cartesiano ortogonale tridimensionale. L'origine degli assi (punto di coordinate 0,0,0) viene posta in corrispondenza alla posizione del laser scanner.

I laser scanner oggi sul mercato permettono poi di rilevare anche informazioni sulla natura (materiale, tono di colore, etc.) delle superfici degli oggetti: ciò avviene registrando l'indice di riflettanza di ogni punto, sotto forma di un valore numerico da 1 a 256. La riflettanza permette di rappresentare l'immagine fotografica della scansione in diversi toni di grigio, rendendola quindi molto più dettagliata e realistica, rendendo visibili ad esempio differenti toni di colore, oppure la presenza di macchie di umidità, etc.

Altre informazioni che è possibile associare ad ogni singolo punto sono il valore true color (colore RGB) e la direzione normale (utile a creare un effetto tridimensionale più netto nell'immagine finale; la direzione normale tuttavia non viene acquisita direttamente dallo scanner ma calcolata successivamente).

L'insieme di tutti i punti e dei valori (coordinate, riflettanza, etc.) acquisiti durante una scansione con laser scanner è chiamato nuvola di punti (point cloud o cloud of points).

Una nuvola di punti è dunque un insieme discreto: ciò significa che tra due punti, per quanto vicini possano essere tra loro, c'è sempre un "vuoto" di informazioni. Per ovviare a questo problema, si ricorre ad appositi strumenti software in grado di generare mesh che possano "riempire i vuoti" tra un punto e l'altro. Sono molto usate le mesh triangolari, che vengono generate nel seguente modo: per ciascun gruppo di tre punti vicini tra loro viene generato un triangolo avente come vertici tali tre punti. La superficie del triangolo viene poi riempita con un tono di grigio o colore opportuno, a seconda dei valori di riflettanza o di colore dei tre vertici.

La nuvola di punti, oltre a fornire una rappresentazione visiva dell'oggetto della scansione, permette anche di effettuare misurazioni: questo perché essa contiene anche le coordinate cartesiane di ogni punto, il che significa, ovviamente, poter misurare la distanza che intercorre tra qualunque coppia di punti della nuvola.

E' poi possibile unire tra loro più nuvole di punti formando una sola nuvola dotata di un unico sistema di coordinate. Per fare ciò si posizionano, nei punti di collegamento tra una scansione e l'altra, apposite mire (o target), dischetti di materiale catarifrangente e dunque fonte di un elevatissimo segnale di ritorno del laser: ciò consente di distinguere chiaramente i punti di unione tra due scansioni, e quindi tra due nuvole di punti.

Grazie a questo accorgimento è possibile non solo lavorare anche su scansioni di ambienti particolarmente estesi (ad esempio, l'esterno di un edificio o una piazza) ma anche unire tra loro scansioni dello stesso oggetto prese da più punti di vista, in modo da poter apprezzare un maggior numero di dettagli.

Interfaccia bubble view

Per l'utente privo di esperienza, può non essere agevole la navigazione nella nuvola di punti ottenuta da una scansione laser: un rimedio a questo inconveniente è dato dall'interfaccia detta bubble view. In un'applicazione dotata di interfaccia bubble view, la visuale dell'osservatore è posta al centro di una sfera (la "bolla") sulla cui superficie interna si trova la vista panoramica dell'oggetto della scansione, ricavata dalla nuvola di punti. Gli "occhi" dell'osservatore sono posti in corrispondenza alla posizione del laser scanner.

I movimenti possibili in un'interfaccia bubble view sono le rotazioni orizzontali e verticali, di qualsiasi angolazione: è possibile cioè esplorare il panorama circostante come si farebbe nella realtà ruotando la propria testa. L'operatore dispone inoltre di comandi di zoom avanti e zoom indietro.

I software più recenti che fanno uso di interfaccia bubble view sono dotati anche di un apposito comando per la misurazione. Ciò è possibile in quanto la nuvola di punti contiene le coordinate spaziali di ogni punto: è dunque immediato il calcolo della distanza tra qualsiasi coppia di punti dell'immagine.

Un'altra possibilità offerta all'operatore da un'interfaccia bubble view può essere quella di evidenziare oggetti

direttamente sull'immagine fotografica apponendovi determinati simboli, dei quali in genere l'utente può scegliere colore e/o forma: in questo modo è possibile individuare a colpo d'occhio gli elementi ritenuti d'interesse.