

INTEGRAZIONE DEL REVERSE ENGINEERING NEL CORE DESIGN

LA MODELLAZIONE PARAMETRICA, DIRETTA E A FACCETTE
ALL'INTERNO DI UN SINGOLO AMBIENTE



LIFECYCLE

INSIGHTS

ATTRITI NEL PROCESSO DI REVERSE ENGINEERING

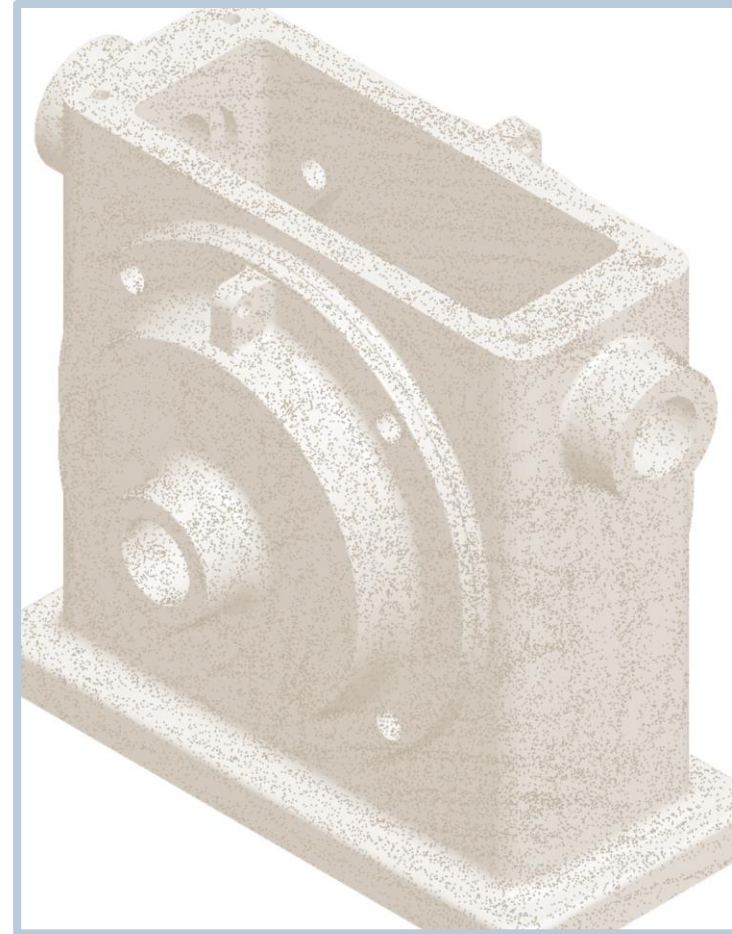
Il Reverse Engineering è da tempo un'attività molto utilizzata in progettazione. Questa pratica, che consiste nello “smontare” e analizzare punto per punto un oggetto fisico per capire com'è stato progettato, ha sempre costituito un mezzo per replicare i prodotti. Alcuni team lo utilizzano per imitare i prodotti della concorrenza, altri se ne avvalgono per ricreare i componenti sprovvisti di documentazione tecnica, altri ancora lo utilizzano come mezzo per risalire alla causa dei guasti. Ciò offre alle aziende un grande potenziale.

Nonostante il ruolo significativo del Reverse Engineering nella fase progettuale, l'integrazione di questa pratica nei moderni processi di sviluppo digitale è ancora insufficiente. Spesso, per completare il proprio lavoro gli ingegneri devono ricorrere a diverse applicazioni software complesse e non integrate. Ciò implica la presenza di attriti all'interno del workflow digitale, compromettendo l'efficacia delle attività di Reverse Engineering. Tale attrito impatta, infatti, sulla produttività degli ingegneri e limita il tempo a disposizione per la progettazione e lo sviluppo.

Tuttavia, la comparsa di nuove tecnologie promette di rimuovere gli attriti digitali relativi al Reverse Engineering. Stanno emergendo, infatti, strumenti software in grado di offrire la giusta combinazione di funzionalità per consentire un workflow regolare all'interno di un singolo ambiente e, di conseguenza, permettere agli ingegneri di riacquisire la propria produttività.

Il presente eBook vuole approfondire tutti questi argomenti. Si esaminerà nel dettaglio il Reverse Engineering e come tale processo si adatti al Concept Design, alla progettazione di dettaglio, fino alle fasi di prototipazione e testing. Verranno approfondite, inoltre, le soluzioni digitali nuove e tradizionali che supportano il Reverse Engineering, evidenziandone i pro e i contro.

Poiché il Reverse Engineering costituisce una parte cruciale della progettazione, è tempo che siano resi disponibili gli strumenti adatti a supportarlo.



IL REVERSE ENGINEERING NEL PROCESSO DI SVILUPPO

Prima di esaminare le tecnologie utilizzate per il Reverse Engineering, è necessario comprenderne il funzionamento. Questa sezione illustra le ragioni dell'utilizzo del Reverse Engineering nel processo di sviluppo, quali sono le problematiche tecniche da considerare e descrive il modo in cui tale processo viene impiegato all'interno delle diverse fasi: dal Concept Design, alla progettazione di dettaglio, fino alle fasi di prototipazione e testing.

APPLICAZIONI DI REVERSE ENGINEERING

Nonostante gli attriti presenti nel workflow digitale, il Reverse Engineering costituisce un vantaggio in diverse circostanze all'interno del processo di sviluppo. Una delle situazioni più frequenti si ha quando l'azienda non è in possesso della documentazione tecnica. Tale circostanza si verifica quando:

- Il prodotto o il componente è stato sviluppato prima che fossero messe in atto pratiche opportune di configurazione e controllo.
- Il prodotto o il componente è stato sviluppato da un'azienda poi acquisita, e la relativa documentazione è andata persa durante la fase di transizione.
- Il prodotto o il componente apparteneva a una startup, pertanto la documentazione potrebbe non essere mai stata sviluppata.
- Il prodotto o il componente appartiene a un competitor, che può essere ancora operativo o meno.
- Un progetto modellato in modo organico viene prima sviluppato fisicamente, poi convertito in digitale.

Sono diverse le ragioni per le quali un'azienda potrebbe avvalersi del Reverse Engineering per i propri processi di sviluppo, tra queste:

- La rottura o la sostituzione di un prodotto o di un componente all'interno di un ciclo operativo di lunga durata. In questo caso, l'azienda deve riprodurre il prodotto o componente esistente in sostituzione. In alternativa, deve comprendere la causa principale all'origine dei guasti per evitare problemi in futuro.
- La volontà da parte dell'azienda di rimodellare prodotti esistenti e sviluppare prodotti di ultima generazione. In tal caso, necessita di una rappresentazione digitale dell'oggetto esistente da utilizzare come punto di partenza per un nuovo progetto.

CONSIDERAZIONI TECNICHE

Un moderno processo di Reverse Engineering inizia con la fase di scansione del prodotto o del componente esistente. Durante questo processo, un laser scanner effettua centinaia o migliaia di misurazioni tridimensionali dell'articolo. Ogni misura ha una posizione X, Y e Z nello spazio. Nel complesso, questa nuvola di punti rappresenta la superficie esterna dell'oggetto. Il processo, tuttavia, non si ferma qui. Spesso questo è solo l'inizio. Una volta scansionato l'oggetto, la nuvola di punti può essere utilizzata per creare un modello solido, la cui geometria è diversa dalla quella generata dalla modellazione parametrica e diretta. La geometria del modello solido viene generata mediante la creazione di facce piane tra tre punti qualsiasi nella nuvola. Il risultato è la geometria mesh, la quale, tuttavia, non può essere manipolata, o modificata con la modellazione parametrica o diretta, ma attraverso la modellazione a faccette.

IL REVERSE ENGINEERING NEL CONCEPT DESIGN

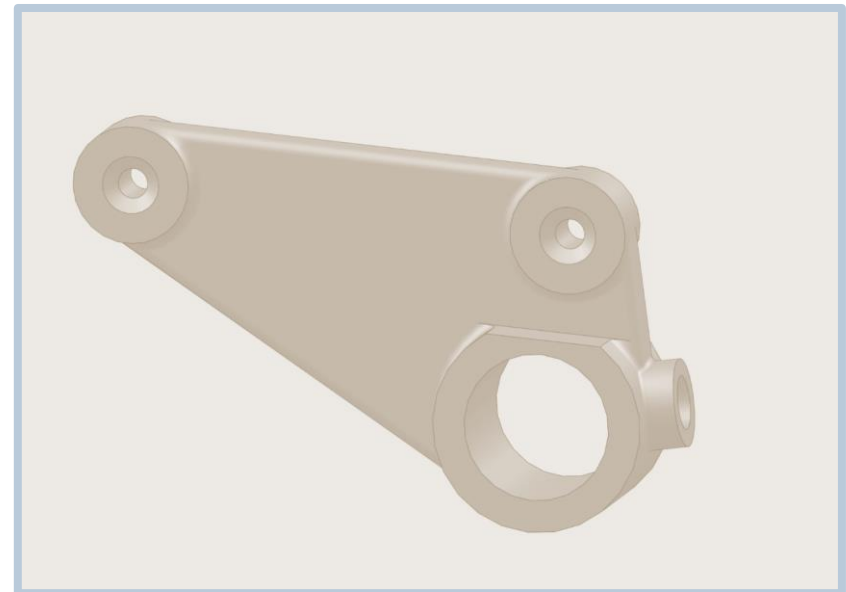
Nel Concept Design, gli ingegneri sviluppano una serie di idee che potrebbero soddisfare potenzialmente i requisiti di forma, idoneità e funzionamento. Per iniziare, cercano progetti che soddisfino al meglio i requisiti. Quindi, in base alla funzione del progetto nel prodotto o nel sistema, gli ingegneri prenderanno in considerazione più alternative o passeranno a un altro progetto.

Le rappresentazioni geometriche digitali di questi progetti possono variare in modo significativo. Alcuni si avvalgono di tecniche di progettazione top down per delimitare volumi e spazi per componenti specifici; altri arricchiscono queste idee con schizzi 2D o 3D sviluppati da curve, linee, superfici e altre geometrie semplici. Tuttavia, in questa fase, queste rappresentazioni non sono di solito modelli 3D dettagliati. Questi ultimi sono realizzati durante la progettazione di dettaglio.

Il Reverse Engineering può svolgere diverse funzioni nel Concept Design. Un'applicazione consiste nell'utilizzo delle dimensioni e della forma di un prodotto o componente esistente come contesto per un nuovo concept. Questa funzionalità permette agli ingegneri di progettare intorno all'articolo esistente e di valutare se i requisiti sono stati soddisfatti. In questo caso, non è necessario trasformare la geometria mesh del componente scansionato in un modello arrotondato. Si può utilizzare così com'è.

Un'altra funzione del Reverse Engineering è quella di avvalersi del componente scansionato come base per un nuovo concept. Questo potrebbe ereditare alcuni dei tratti e delle caratteristiche dell'oggetto esistente, ma scostarsi in modo significativo sotto altri aspetti. In questo caso, la geometria mesh funge da linea guida per la creazione di una nuova geometria tramite l'utilizzo di metodi tradizionali, tra cui la modellazione parametrica e diretta.

Una terza applicazione, molto importante, riguarda il diretto utilizzo della geometria mesh del componente scansionato. Grazie alla modellazione a faccette, gli ingegneri sono in grado di modificare direttamente la geometria mesh. Ciò comprende l'aggiunta o la rimozione di materiale, ma potrebbe anche includere la modifica della geometria mesh stessa. Qui, è importante poter combinare la geometria ottenuta mediante la modellazione parametrica e diretta, con la geometria mesh, generata e modificata attraverso la modellazione a faccette. In questo scenario, potrebbe non essere necessario convertire la geometria mesh in una geometria arrotondata, specialmente se l'oggetto verrà prodotto mediante additive manufacturing.



IL REVERSE ENGINEERING NELLA PROGETTAZIONE DI DETTAGLIO

A questo punto dello sviluppo, gli ingegneri, dopo aver esaminato il concept, ne definiscono i dettagli per la release del progetto, verificando che soddisfi i requisiti di forma, idoneità e funzionamento. Ciò richiede loro di esplorare le opzioni per i diversi aspetti del progetto, nel tentativo di migliorarne le prestazioni. Questo è particolarmente utile per gli ingegneri che cercano il giusto equilibrio tra requisiti contrastanti come peso e carico strutturale, costi e frequenze naturali.

In questa fase, la rappresentazione geometrica del progetto è un modello 3D completamente dettagliato. Questi modelli sono spesso realizzati mediante funzionalità di modellazione parametrica e diretta, che si traducono in una geometria arrotondata.

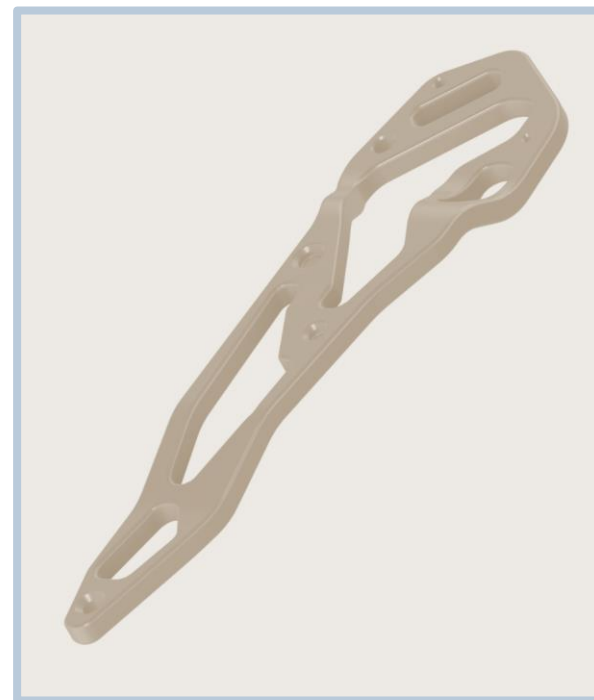
Come nel Concept Design, il Reverse Engineering può essere utilizzato anche nella progettazione di dettaglio. La geometria mesh, di un prodotto o componente scansionato, può essere utilizzata come contesto per la progettazione di dettaglio. Durante il controllo dei requisiti, è possibile sviluppare altri progetti intorno all'articolo esistente. In tale scenario, non è necessario convertire l'elemento scansionato in un modello uniformemente arrotondato.

Il Reverse Engineering può fornire anche la base per un nuovo progetto dettagliato. La scansione dell'articolo può, infatti, essere utilizzata come guida per creare una nuova geometria arrotondata, attraverso le funzionalità di modellazione parametrica e diretta. Ciò consente agli ingegneri di velocizzare il lavoro invece di partire da zero.

Un'altra possibile applicazione del Reverse Engineering è l'utilizzo della geometria mesh nella progettazione di dettaglio.

La modellazione a faccette può essere utilizzata per modificare e ottimizzare la geometria mesh, inclusa l'aggiunta o la rimozione di materiale, a seconda delle modifiche richieste. Il modello può essere rilasciato per la produzione, specialmente se in questa fase vengono utilizzati processi di additive manufacturing.

In ciascuno di questi casi, la possibilità di combinare la modellazione parametrica, diretta e a faccette è di importanza cruciale. Consente, infatti, agli ingegneri di modificare la geometria mesh, sia come geometria del progetto sia come riferimento, nonché di creare una geometria arrotondata, qualora necessario.



IL REVERSE ENGINEERING NELLE FASI DI PROTOTIPAZIONE E TESTING

Quando un progetto giunge alle fasi di prototipazione e testing, viene fisicamente costruito e collaudato, in modo da verificare che soddisfi effettivamente tutti i requisiti assegnati. Inoltre, un progetto rilasciato potrebbe rientrare in queste fasi qualora fosse difettoso. Realizzare e collaudare prototipi permette di identificare la causa principale all'origine dei guasti, prima di sviluppare eventuali modifiche.

Dal punto di vista della geometria, è proprio durante la creazione e il collaudo del prototipo che un modello 3D dettagliato viene formalmente trasferito per la prima volta dal mondo digitale a quello fisico. Ciò richiede capacità produttive, quali la generazione di percorsi utensile CNC o la stampa 3D, utilizzati per realizzare il progetto nel mondo fisico.

Nelle fasi di prototipazione e testing, il Reverse Engineering viene utilizzato principalmente per riprodurre rapidamente un prodotto o componente esistente, al fine di validare le prestazioni di altri progetti. Qui, il Reverse Engineering viene impiegato per la replica dell'articolo esistente. Quindi, viene utilizzato insieme a nuovi progetti a scopo di test. In questo caso, non sono apportate modifiche all'elemento ricreato.

Un'applicazione simile, sebbene leggermente diversa, è l'utilizzo del Reverse Engineering per la duplicazione di un articolo esistente, al fine di identificare la causa all'origine del problema. L'obiettivo qui non è tanto esaminare o verificare eventuali modifiche al progetto, quanto piuttosto capire le ragioni per cui l'articolo non è riuscito. Una volta chiarito ciò, l'azienda può intraprendere un nuovo progetto per modificare o sostituire l'elemento esistente con qualcosa di nuovo.

Il Reverse Engineering può essere utilizzato anche per esplorare potenziali modifiche a un prodotto o componente esistente e quindi testarle rapidamente a livello fisico. In questo caso, è importante non solo sviluppare velocemente un modello 3D dalla scansione, ma anche apportare modifiche alla geometria mesh in modo rapido e semplice.

Come per il Concept Design e la progettazione di dettaglio, anche per le fasi di prototipazione e testing la possibilità di combinare la modellazione parametrica, diretta e a faccette è di fondamentale importanza. Consente, infatti, agli ingegneri di modificare la geometria mesh, sia come geometria del progetto sia come riferimento, nonché di creare una geometria arrotondata, qualora necessario.



SOLUZIONE CON DUE APPLICAZIONI

Il Reverse Engineering può essere impiegato in diverse fasi: dall'ideazione del concept e la progettazione dettagliata, fino alla prototipazione e al testing. Tuttavia, le tecnologie tradizionali utilizzate per supportarlo, ovvero una coppia di applicazioni software non integrate, impediscono un workflow digitale regolare.

DUE TIPI DI GEOMETRIA, TRE TIPI DI MODELLAZIONE

In generale, la modellazione geometrica tradizionale assume una delle seguenti forme: parametrica o diretta. La modellazione parametrica può essere utilizzata per creare un modello feature-by-feature, mediante controlli dimensionali parametrici.

La modellazione diretta, invece, modifica la geometria esistente spingendo, tirando e trascinando il modello. Entrambi questi approcci di modellazione funzionano con rappresentazioni B-Rep., in cui la geometria è rappresentata da superfici continue piane o curve.

La geometria mesh, al contrario, è costituita da una nuvola di punti che rappresentano la superficie esterna di un progetto. Alcune applicazioni CAD la convertono in una geometria solida, creando triangoli o trapezi piani e cucendoli insieme in un solido perfetto. La modellazione a faccette consente agli ingegneri di migliorare la qualità della mesh risultante e modificarne la geometria, aggiungendo o rimuovendo materiale.

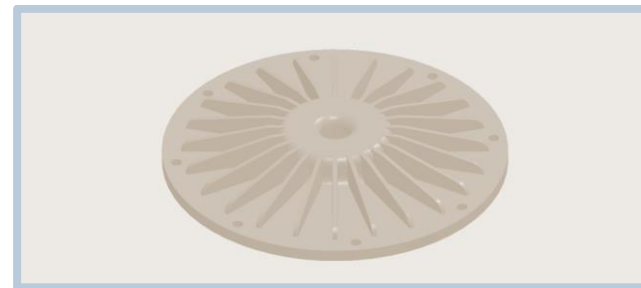
Come visto in precedenza, ci sono casi in cui gli ingegneri devono sviluppare una geometria arrotondata, oltre a una geometria mesh. Nel Concept Design, gli ingegneri devono lavorare con schizzi e spazi designati, nonché con la geometria mesh dei componenti scansionati. Nella progettazione di dettaglio, invece, devono creare modelli 3D dettagliati tenendo conto della geometria mesh.

Nelle fasi di prototipazione e testing, devono realizzare rapidamente componenti dalle rappresentazioni B-Rep. e dalla geometria mesh.

SOLUZIONE CON DUE APPLICAZIONI

Le applicazioni CAD tradizionali, utilizzate per la realizzazione di modelli 3D e altri elementi, utilizzano spesso una combinazione di modellazione parametrica e diretta, entrambe aventi come risultato rappresentazioni B-Rep. Questa potente combinazione di strumenti di modellazione può essere utilizzata in modo semplice e veloce per sviluppare concept e progetti dettagliati, nonché per produrre componenti fisici. Purtroppo, però, solo in pochi offrono la modellazione a faccette insieme alle funzionalità convenzionali.

Poiché la maggior parte delle applicazioni CAD non è in grado di operare con la geometria mesh, gli ingegneri devono considerare altre soluzioni. Alcune applicazioni speciali stand-alone, in genere quelle che offrono l'hardware per i laser scanner, forniscono un'applicazione simile al CAD che include la modellazione a faccette. Teoricamente, gli ingegneri possono utilizzare insieme sia le applicazioni CAD tradizionali che queste applicazioni speciali simili al CAD. Tuttavia, questo scenario presenta numerosi svantaggi.



MANCANZA DI UN AMBIENTE UNICO

Ci sono molti casi, nelle fasi di Concept Design, progettazione di dettaglio e prototipazione e testing, in cui gli ingegneri necessitano di combinare la modellazione parametrica, diretta e a faccette in modo **intercambiabile**. Ad esempio, un utente potrebbe lavorare sui dati a faccette, creare una feature parametrica, quindi apportare modifiche avvalendosi della modellazione diretta, prima di utilizzare nuovamente la modellazione a faccette. Se queste tre funzionalità non sono integrate in una singola applicazione software, i progettisti e gli ingegneri non possono completare questo tipo di workflow, ma devono trovare un modo per spostare i dati di progettazione tra l'applicazione CAD tradizionale e l'applicazione simile al CAD.

SCAMBIO DEI DATI DI PROGETTAZIONE

Se si ha già familiarità con lo scambio di geometria tra le applicazioni CAD, allora si conoscono anche i problemi che questa operazione può generare. Lo spostamento di un modello da un software all'altro spesso comporta il disallineamento o la perdita di superfici, linee o punti. Questo causa una "rottura" del modello, perché non rappresenta più il progetto, e gli ingegneri devono risolvere questo tipo di problema ogni volta che la geometria passa da un software all'altro.

Lo stesso vale per lo spostamento continuo della geometria tra le applicazioni CAD tradizionali e le applicazioni speciali simili al CAD. Questo passaggio è soggetto agli stessi problemi e implica una maggiore perdita di tempo per gli ingegneri e possibili interruzioni nello sviluppo del progetto.

CONCETTI CHIAVE

Per avvalersi del Reverse Engineering, gli ingegneri possono utilizzare insieme applicazioni CAD tradizionali e applicazioni simili al CAD, ma non senza attriti significativi all'interno del workflow digitale. Inoltre, questo approccio non permette di utilizzare la modellazione parametrica, diretta e a faccette in modo intercambiabile, limitando la libertà di progettazione e implicando una notevole quantità di tempo per correggere i dati di progettazione scambiati tra le due applicazioni software. Sebbene gli ingegneri avrebbero preferito soluzioni alternative, questo era l'unico modo per eseguire processi di Reverse Engineering nello sviluppo prodotto.

SOLUZIONE CON SINGOLA APPLICAZIONE

Nell'ultimo anno sono apparse nuove tecnologie che consentono un Reverse Engineering più rapido e semplice nel processo di sviluppo. Alcune applicazioni CAD hanno ampliato le proprie funzionalità per includere la modellazione parametrica, diretta e a faccette. Oltre all'importazione dei dati della nuvola di punti e alla creazione della geometria mesh risultante, l'utilizzo del Reverse Engineering può avere implicazioni notevoli.

Quando gli ingegneri devono creare la rappresentazione per contorni dai dati scansionati, il workflow ne risulta agevolato. Con tutte le funzionalità di modellazione integrate in un unico ambiente, gli ingegneri hanno sempre accesso allo strumento giusto per le varie situazioni.

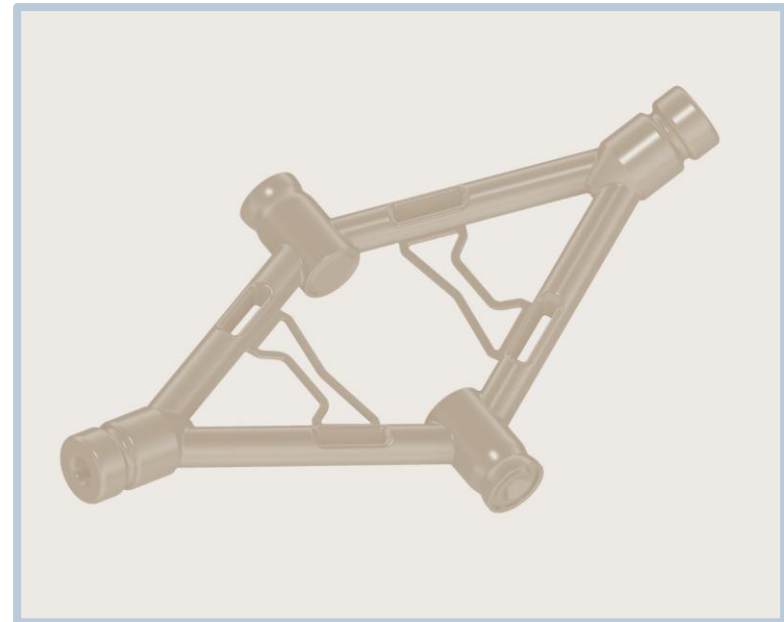
Inoltre, gli ingegneri non devono necessariamente trasformare i componenti scansionati in rappresentazioni B-Rep. La modellazione a faccette fornisce gli strumenti necessari per modificare il progetto senza passaggi extra che richiederebbero più tempo. Questo riguarda in modo particolare i componenti realizzati con la stampa 3D, che dipende già dalla geometria mesh.

Nel caso in cui un componente riprodotto deve essere utilizzato come contesto per nuovi progetti, anche il workflow ne risulta semplificato. Gli ingegneri semplicemente leggono nella nuvola di punti ed effettuano la scansione avvalendosi delle funzionalità di modellazione parametrica e diretta a seconda delle necessità. Il componente scansionato funge da riferimento.

Un importante aspetto di questi scenari riguarda le attività che le applicazioni CAD di nuova generazione consentono di evitare, ovvero: *lo scambio dei dati di progettazione*. Poiché tutte queste funzionalità sono presenti in un singolo ambiente, non è necessario spostare i dati 3D, scansionati o meno, tra applicazioni

software diverse. Tutto il lavoro può essere svolto in un unico ambiente, permettendo agli ingegneri di non perdere tempo nel riparare la geometria ma di concentrarsi sui progetti.

Nel complesso, l'integrazione della modellazione a faccette con la modellazione parametrica e diretta offre un notevole vantaggio per quegli ingegneri che si avvalgono del Reverse Engineering all'interno dei propri processi di sviluppo. Elimina, inoltre, la maggior parte degli attriti all'interno del workflow, consentendo agli ingegneri di focalizzarsi sulla progettazione.



RIEPILOGO E CONCLUSIONI

Il Reverse Engineering è da tempo una pratica utilizzata nello sviluppo prodotto. Tuttavia, nonostante i processi di progettazione siano oggi sempre più digitalizzati, le tecnologie utilizzate per il Reverse Engineering non si sono evolute. Di conseguenza, i workflow che consentono tale processo presentano attriti significativi.

IL REVERSE ENGINEERING NEL PROCESSO DI SVILUPPO

Il Reverse Engineering viene utilizzato in diverse fasi dello sviluppo. Nel Concept Design e nella progettazione di dettaglio, gli oggetti scansionati possono fungere da base o da contesto per nuove idee progettuali o modelli dettagliati. Nelle fasi di prototipazione e testing, il Reverse Engineering di prodotti o componenti consente di effettuare rapidamente test, analisi delle cause all'origine e la validazione di nuovi progetti. Il Reverse Engineering gioca un ruolo chiave. La scansione di un oggetto genera una nuvola di punti di centinaia o migliaia di misurazioni. Ciò può essere utilizzato per realizzare una geometria solida, mediante la creazione di facce piane tra tre punti qualsiasi nella nuvola. Il risultato è la geometria mesh, la quale, tuttavia, non può essere manipolata, o modificata con la modellazione parametrica o diretta, ma attraverso la modellazione a faccette.

SOLUZIONE CON DUE APPLICAZIONI

La maggior parte delle applicazioni CAD offre solo funzionalità di modellazione parametrica e diretta, senza la modellazione a faccette. Per creare un modello 3D di un componente scansionato, gli ingegneri si sono rivolti ad applicazioni speciali simili a CAD che forniscono la modellazione a faccette. Ciò, tuttavia, ha limitato le attività di progettazione, in quanto non

esiste un singolo ambiente in grado di offrire insieme la modellazione parametrica, diretta e a faccette, ognuna delle quali necessaria per esplorare nuove opzioni progettuali. Inoltre, l'impiego di due applicazioni distinte e separate costringe gli ingegneri a convertire i dati di progettazione nel passaggio da un software all'altro. Tale scambio di dati causa spesso una "rottura" della geometria che richiede molto tempo per essere riparata.

SOLUZIONE CON SINGOLA APPLICAZIONE

Nell'ultimo anno, alcune applicazioni CAD hanno ampliato le proprie funzionalità per includere la modellazione parametrica, diretta e a faccette. Ciò consente agli ingegneri di trasformare più facilmente i dati scansionati in geometria di rappresentazione per contorni e di utilizzare più rapidamente tali dati come contesto per lo sviluppo di nuovi progetti. Elimina, inoltre, la necessità di trasformare e convertire i modelli, permettendo di risparmiare tempo. Nel complesso, queste applicazioni CAD innovative hanno consentito la rimozione di una notevole quantità di attriti nel workflow digitale.

IN CONCLUSIONE

Il Reverse Engineering è stato e continua ad essere un'attività cruciale nel processo di sviluppo. Con la comparsa di applicazioni CAD in grado di offrire insieme la modellazione parametrica, diretta e a faccette, gli ingegneri possono recuperare la propria produttività e dedicare più tempo alla progettazione.



© 2017 LC-Insights LLC

Chad Jackson lavora come analista, ricercatore e blogger presso [Lifecycle Insights](#), offrendo approfondimenti su tecnologie di progettazione e sviluppo, come CAD, CAE, PDM & PLM. chad.jackson@lifecycleinsights.com