

L' utilizzo di voxel in campo archeologico.

Alessandro Bezzi, Luca Bezzi, Denis Francisci, Rupert Gietl

Gruppo di ricerca Arc-Team

www.arc-team.com

Sommario

Con questo contributo si intendono mostrare alcune delle applicazioni della grafica voxel al campo dell'archeologia. Nella prima sezione verrà fatta una breve introduzione sulla disciplina archeologica e sulle sue modalità di indagine e di documentazione, per spiegare quali siano i reali vantaggi dell'utilizzo dei voxel in fase di rielaborazione dei dati. La seconda parte dell'articolo è invece dedicata all'esposizione di un caso di studio concreto, i cui dati sono stati però modificati (trattandosi di materiale non ancora pubblicato).

Gran parte del progetto è stato elaborato all'interno di GRASS, anche se ci si è avvalsi del contributo di altri software (FS/OS) per la ricostruzione in tre dimensioni di alcuni oggetti (Blender) e per la visualizzazione finale dei dati (Paraview). Il principale obiettivo dell'esperimento era la ricostruzione dei volumi dei vari strati, ecofatti e manufatti che componevano un deposito archeologico, ormai distrutto dallo scavo.

1. Introduzione

Una delle principali differenze tra la disciplina archeologica e le cosiddette scienze esatte è che nella prima viene meno il principio di ripetibilità degli esperimenti, anche perché difficilmente il comportamento umano può essere sottoposto a leggi specifiche. Se inoltre consideriamo lo scavo archeologico come un vero e proprio esperimento, ci rendiamo facilmente conto che anche in questo caso non è possibile ripetere una seconda volta questo tipo di indagine, in quanto distruttiva. E' quindi di fondamentale importanza che durante lo scavo vengano registrati il maggior numero di dati possibili, con un'adeguata documentazione bidimensionale, ma soprattutto tridimensionale. Se infatti si dispone di sufficienti informazioni, è possibile ricostruire virtualmente il record archeologico e le sue componenti in un secondo momento. Questo è l'argomento che verrà trattato nei seguenti capitoli.

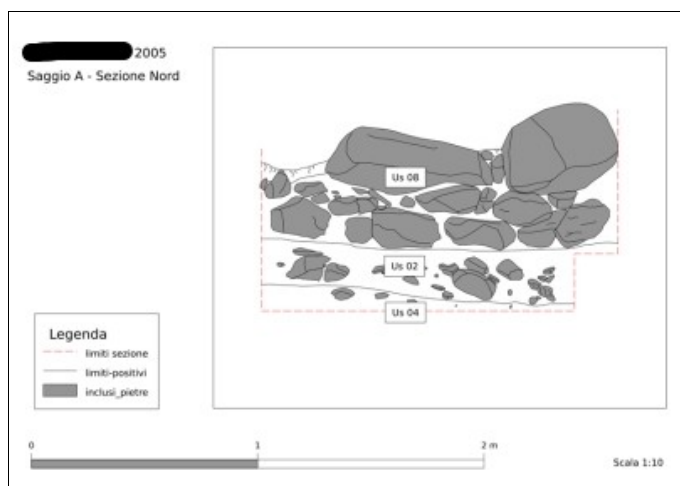
1.1 Lo scavo archeologico



Come già anticipato, lo scavo, pur configurandosi come uno strumento fondamentale di indagine, corrisponde anche al momento più critico nella vita del deposito archeologico preso in esame, in quanto termina con la sua completa distruzione e la definitiva perdita delle informazioni non raccolte. Per questo motivo sono state sviluppate negli anni diverse tecniche di analisi, che sono sfociate nel moderno scavo stratigrafico o microstratigrafico, il cui principale obiettivo è quello di registrare la situazione attuale, interpretare gli eventi

(postdeposizionali) che l'hanno generata e ricostruire la situazione originaria. Fondamentale a questo scopo è documentare ogni strato che compone il deposito archeologico, ovvero quei livelli di terreno corrispondenti alle varie fasi, antropiche o naturali, della sua vita. Per questo motivo, parallelamente all'evoluzione della tecnica di scavo, sono andate sviluppandosi diverse tecniche di documentazione.

1.2 La documentazione bidimensionale



La tecnica più semplice per documentare i vari elementi che compongono il deposito archeologico è quella di registrarne la posizione in due dimensioni, tramite il disegno sul campo (documentazione tradizionale), oppure avvalendosi dei moderni metodi fotogrammetrici o del rilievo diretto tramite stazione totale. Il risultato è una serie di mappe (corrispondenti ai vari livelli archeologici dell'area di scavo), che si potrebbe considerare come la documentazione di base, cioè il minimo indispensabile per una corretta registrazione

delle informazioni ricavate (ovviamente da integrare con altri metodi di raccolta dati, tradizionalmente usati dagli archeologi). Limitandosi ad una tale documentazione, si rischia però di sottovalutare un elemento fondamentale nel concetto stesso di scavo stratigrafico: la terza dimensione. Infatti, sebbene si possa registrare la terza dimensione anche nella documentazione archeologica tradizionale (attraverso quote e sezioni di scavo), si tratta sempre di una selezione di informazioni rispetto alla totalità del dato. Con un'adeguata documentazione tridimensionale, questa selezione può essere rimandata ad un momento successivo, può essere cioè svolta durante la rielaborazione dei dati raccolti, riducendo in questo modo al minimo il rischio di perdita di informazioni.

1.3. La documentazione tridimensionale



La documentazione tridimensionale comporta, quindi, una maggiore attenzione nella registrazione dei dati, permettendo una corretta ricostruzione anche della sequenza stratigrafica, fondamentale per l'interpretazione del deposito indagato. Esistono diversi sistemi per registrare i dati di scavo in tre dimensioni: si va dal rilievo diretto tramite stazione totale, alla stereorestituzione fotogrammetrica, fino ai moderni laserscan. In condizioni ottimali si può arrivare a registrare con esattezza la superficie di ogni livello archeologico e la posizione dei vari ritrovamenti (o almeno dei più significativi). Questi dati possono essere successivamente elaborati per arrivare ad ottenere una ricostruzione virtuale del record archeologico indagato durante lo scavo (e ormai distrutto). Il principale vantaggio di tale metodologia consiste nel fatto che si riescono a salvare molte più informazioni rispetto ad una documentazione tradizionale (informazioni che altrimenti andrebbero perse col proseguire dello scavo). Inoltre

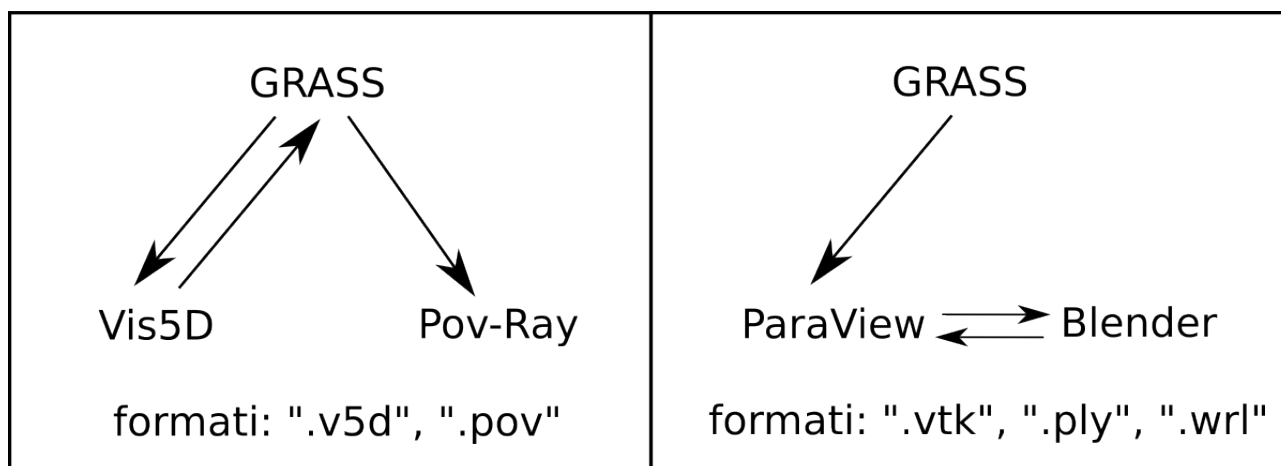
disponendo di un modello virtuale del deposito indagato è possibile ripercorrere le varie fasi di scavo, rivedendo eventuali ipotesi formulate in corso d'opera e rivelatesi incorrette alla prova dei fatti. Si tratta in definitiva di un sistema che permette una migliore raccolta di informazioni, un continuo controllo sul proprio lavoro e una maggiore diffusione di dati all'interno della comunità scientifica (se la documentazione raggiunge una buona qualità anche chi non ha assistito materialmente allo scavo può farsi un'idea della situazione indagata, esprimere le proprie opinioni e aiutare ad interpretare correttamente i dati). All'interno di questo sistema la grafica voxel riveste un ruolo di fondamentale importanza, come si evince dal caso di studio di seguito esposto.

2. La ricostruzione virtuale di un deposito archeologico

In questa seconda parte dell'articolo ci occuperemo più in concreto dell'esposizione di un caso di studio in cui ci si è avvalsi della grafica voxel per arrivare ad un modello virtuale del deposito archeologico indagato. Come già anticipato i dati sono stati in parte modificati, perché relativi a materiale non ancora pubblicato.

2.1 la configurazione del sistema

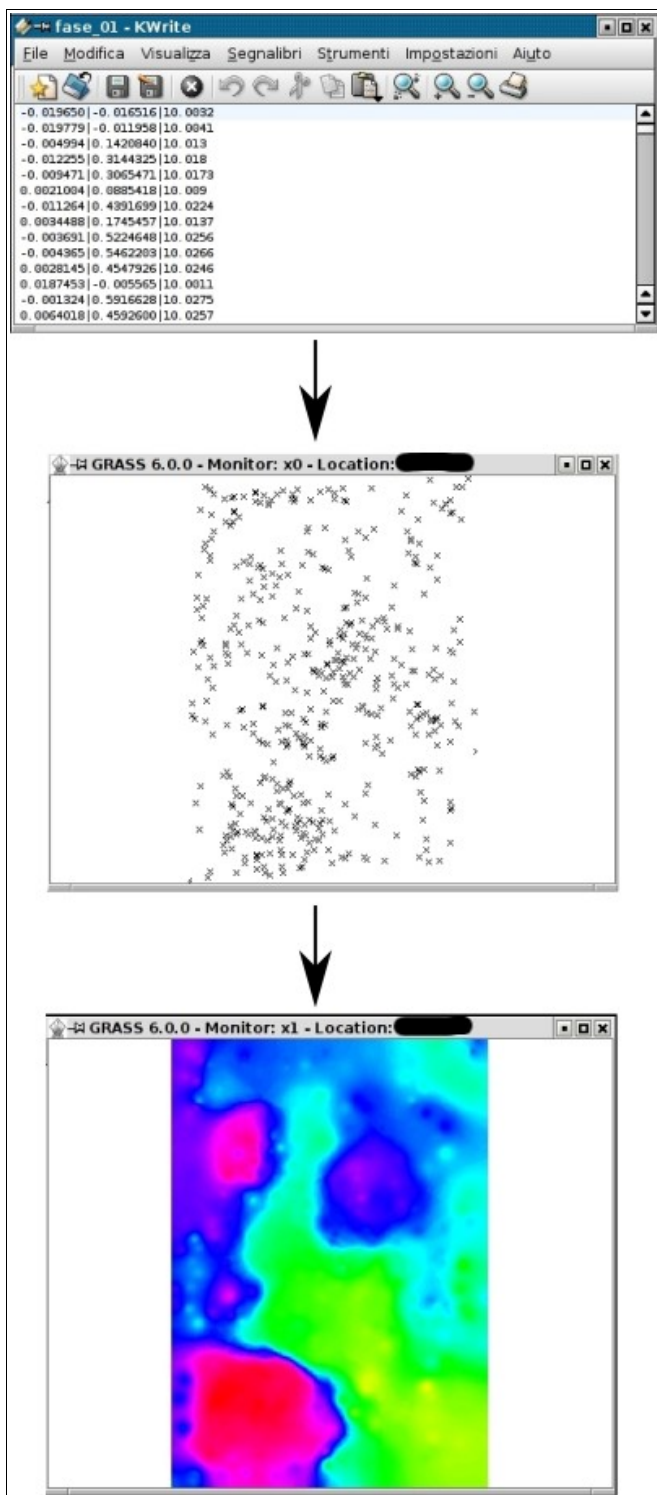
Per l'elaborazione delle informazioni raccolti sul campo ci si è serviti di una strumentazione relativamente semplice e poco costosa. L'unico hardware impiegato è stato un computer portatile Pentium 4, 3.0 Ghrz, sul quale è stato installato un sistema operativo GNU/Linux (Debian Sarge) corredato da un pacchetto di software composto da un GIS, un programma di grafica tridimensionale e un visualizzatore scientifico. Nello specifico il GIS è servito ad immagazzinare, elaborare e gestire tutte le informazioni riguardanti lo scavo (dati cartografici, database, fotopiani, DEM, ecc ...), il programma di grafica tridimensionale ha invece permesso la ricostruzione di alcuni reperti, mentre il visualizzatore scientifico è stato utilizzato come un contenitore nel quale far confluire i dati provenienti dagli altri due software (sostituendo in questo senso il modulo di visualizzazione del GIS). Una configurazione di questo tipo è stata impiegata in altri progetti (ad esempio riguardanti la meteorologia) mediante l'utilizzo combinato di GRASS, Pov-Ray e Vis5D; GRASS in questo caso è il



centro del sistema, essendo l'unico software dei tre ad essere in grado di leggere almeno in una direzione (import o export) i formati nativi degli altri. Per il nostro studio avevamo però bisogno di un'impostazione diversa: preferivamo lavorare con un formato che fosse comune a tutti i tre software utilizzati, mantenendo comunque GRASS al centro delle relazioni. Restringendo sempre di più il campo della scelta, ci siamo indirizzati verso il formato VTK, nell'intento di utilizzare i nuovi moduli di GRASS scritti da Soeren Gebbert per la realizzazione di voxel. Per la grafica tridimensionale e la visualizzazione scientifica dei dati, sono invece stati scelti Blender e ParaView, due software dalle

grandi potenzialità, una relativa semplicità di utilizzo e soprattutto ampia diffusione (net-comunity). La configurazione finale del sistema comprendeva quindi due versioni differenti di GRASS (6.0.0 e 6.1.cvs_2006_02_04), Blender v. 2.36 e Paraview v. 2.4.

2.2 L'elaborazione dei dati

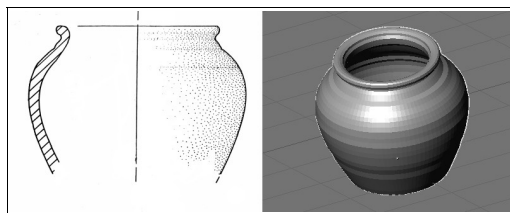


I dati utilizzati nel progetto erano essenzialmente di due tipi: per la ricostruzione dei volumi dei diversi strati archeologici sono state elaborate nuvole di punti realizzate attraverso la misura diretta delle diverse superfici (tramite stazione totale), integrata dalle informazioni raccolte attraverso l'utilizzo di software di stereorestituzione fotogrammetrica. Attraverso GRASS si è potuto trasformare i dati grezzi (punti) in modelli digitali delle superfici stesse (DEM).

Altra tipologia di dati è quella relativa ai reperti. In questo caso le informazioni riguardanti la loro geometria sono state ricavate digitalizzando alcune orthofoto, mentre la terza dimensione è stata registrata sui rispettivi DEM. Il risultato finale è una serie di poligoni vettoriali tridimensionali ai quali, una volta importati in GRASS, è stato aggiunto un nuovo valore, seppur indicativo, cioè lo spessore a seconda della tipologia di reperto (si trattava principalmente di frammenti ceramici o schegge ossee, per cui ci si è limitati ad estrarre i poligoni vettoriali in base ad un valore medio, scelto a seconda della categoria del reperto).

Con Blender si è infine cercato di ricostruire, ove possibile, la situazione di alcuni reperti particolarmente ben conservati, come nel caso di un' olletta ceramica di piccole dimensioni.

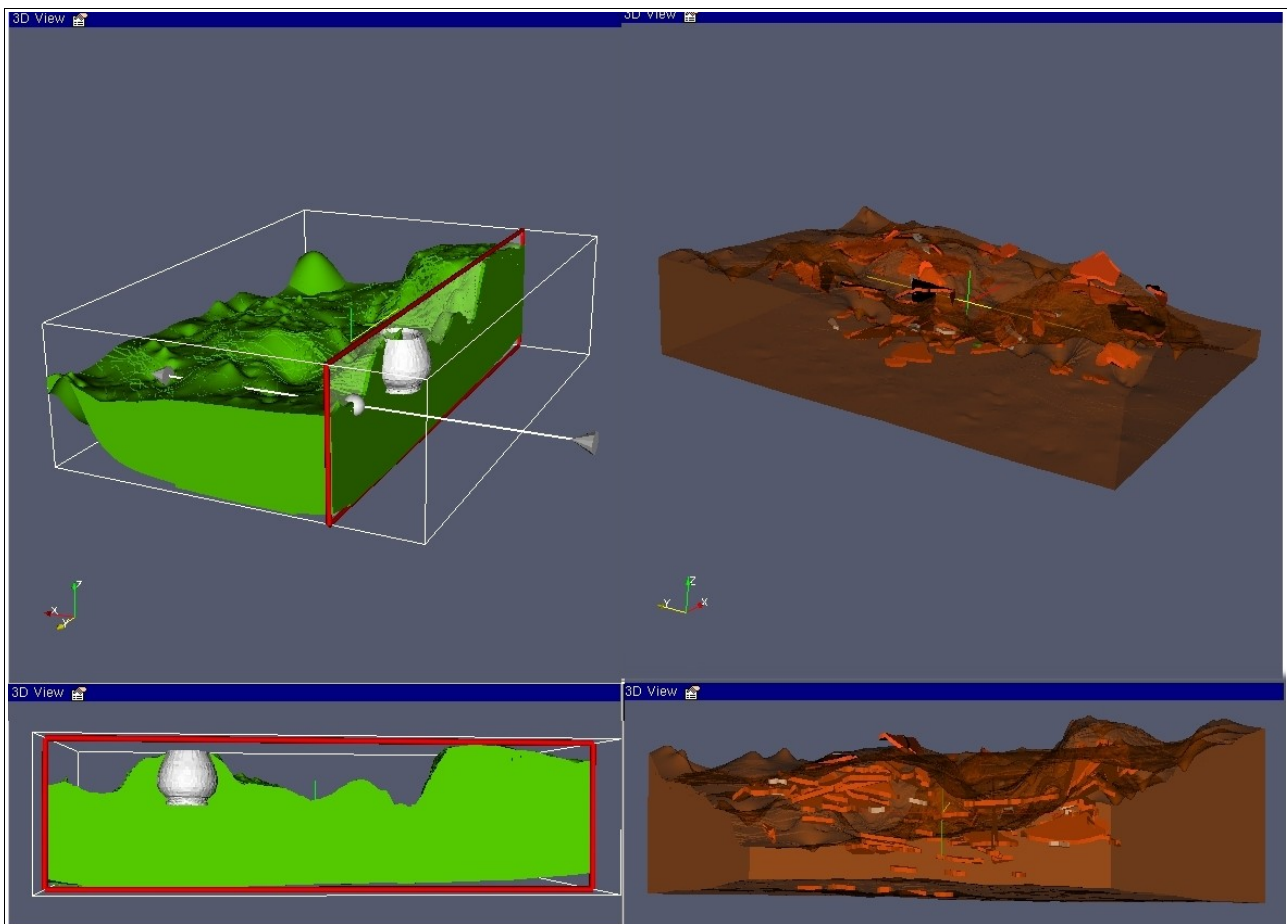
Una volta terminata l'elaborazione, tutti i dati sono stati esportati in formato “.vtk” ed archiviati in apposite cartelle.



2.3 La creazione di volumi (grafica voxel)

Utilizzare semplici DEM per la documentazione degli strati è spesso riduttivo sotto molti aspetti. Ne

risentirebbero in particolar modo determinate analisi legate allo studio accurato dell'accrescimento verticale dei depositi: uno strato non è una semplice superficie, ma una porzione di terreno compresa tra un'interfaccia superiore ed una inferiore. Grazie a GRASS è possibile creare veri e propri volumi avendo come punto di partenza due modelli digitali del terreno. Ciò è possibile attraverso il comando `r3.out.vtk`. Come si vede si tratta di un modulo di sola esportazione. Al momento della stesura del presente articolo non risulta possibile importare in GRASS il formato “.vtk”. Per questo motivo si è preferito ricorrere ad un programma esterno per sostituire il visualizzatore tridimensionale Nviz. ParaView è un ottima soluzione al problema. Molto semplice ed intuitivo, permette inoltre una miglior interazione con Blender (rispetto a Grass) ed una serie di azioni ed analisi non riscontrabili in un software GIS. All'interno di Paraview sono pertanto andati a confluire dati di tre ordini: volumi di strati archeologici (creati all'interno di GRASS utilizzando i DEM delle rispettive interfacce superiori e inferiori), volumi di reperti archeologici (sempre creati all'interno di GRASS, cioè disegnati in grafica vettoriale su orthofoto raster, ed estrusi in base ad un valore medio), ricostruzioni tridimensionali di reperti particolarmente ben conservati (elaborati questa volta in Blender basandosi sul disegno archeologico). Il risultato finale è la ricostruzione virtuale del deposito archeologico così com'era prima di iniziare lo scavo e completo di tutte le sue componenti: strati, manufatti (frammenti ceramici) ed ecofatti (schegge ossee).



Conclusioni

Volevamo concludere con alcune osservazioni riguardanti la comunicazione tra i vari software utilizzati nell'esperimento. A nostro avviso la relazione tra GRASS, Blender e Paraview ha dato ottimi risultati. I maggiori problemi sono stati riscontrati nei moduli di importazione ed esportazione di GRASS. L'impossibilità di leggere direttamente il formato “.vtk” costringe ad utilizzare un

visualizzatore esterno per la gestione dei volumi archeologici.

Anche una completa interconnessione con Blender (file “.blend”) renderebbe molto più veloci alcune operazioni. D' altro canto, al momento della stesura di questo articolo, il modulo di importazione di file “.dxf” (un tipo di file comune a molti software) è stato ulteriormente sviluppato ed ha raggiunto ottimi risultati anche nella visualizzazione di mesh 3D.

Più agevole si è invece rivelata la comunicazione tra ParaView e Blender che possono contare su tre formati comuni: “.vtk”, “.wrl” e “.ply” (formato comune, quest' ultimo, a molte apparecchiature di scansione laser).

L'unico elemento negativo osservato nell'utilizzo del formato VTK si è riscontrato nell'eccessiva pesantezza del file.

Va comunque ricordato che l'intero progetto può essere svolto anche senza l'ausilio di Paraview, in quanto GRASS (tramite Nviz) è in grado di leggere i volumi voxel che genera. L'unico inconveniente sarebbe la continua necessità di trasformare i dati in proprio possesso per renderli adatti ad essere importati in GRASS (ad esempio l'olletta ricostruita in Blender dovrebbe essere esportata in dxf per essere importata in Nviz). Inoltre verrebbero a mancare tutte le sofisticate analisi di cui un software di visualizzazione scientifica come Paraview è corredato.