



Doctoral Thesis

Novel Toolset for 2D Drawing and Animation

Author(s):

Noris, Gioacchino

Publication Date:

2012

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-007579938> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 20676

Novel Toolset for 2D Drawing and Animation

A dissertation submitted to
ETH Zurich

for the Degree of
Doctor of Sciences

presented by
Gioacchino Noris
MSc in Computer Science, ETH Zurich, Switzerland
born 14 May 1983
citizen of Switzerland

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Markus Gross, examiner
Dr. Robert Sumner, co-examiner
Prof. Dr. Marie-Paule Cani, co-examiner

2012

Abstract

This thesis investigates a set of novel digital tools for 2D Animation addressing the shortcomings of current digital support, representations and algorithms. Our goal is to produce animation tools that are intuitive to use, allow full control over the resulting drawing when desired, and provide the artist with immediate visual feedback of the animation as it progresses.

In contrast to previous work, where automation has been often been the goal, we focus on building tools that keep the artist as a central agent. We target automation of the most tedious tasks where the need for artistic interpretation is minimal, and otherwise aim for computer-assisted solutions geared to provide a similar experience as with traditional workflows augmented with algorithmic computation.

We start by investigating the problem of representing drawings digitally, analyzing existing representations, and highlighting their major shortcomings. We then present a hybrid representation that combines the advantages of vector and raster images, and propose the use of a novel vector description for lines and areas.

We then address the problem of vectorization of line drawings. This problem is challenging due to ambiguities in regions where lines are drawn close to each other or intersect. We propose a two-step, topology-driven approach that first exploits the pixel gradient information in a clustering process to generate an initial stroke graph from which the topology of the drawing is learned, and then applies a “reverse drawing” procedure where plausible junction configurations are considered and a heuristic optimum is selected.

Segmentation is a key step in organizing digital drawings into semantic groups ready for editing and animation. Done manually, this can be a very labor intensive task. We propose a scribble-based interface that guides a novel

energy minimization resulting in the labeling of the drawing strokes. In contrast to previous methods, we exploit both geometric and temporal information available with modern drawing devices.

In the realm of applications, we address the task of inbetweening, which is the creation of animation frames between pairs of key frames in order to create the illusion of a continuous animation. Drawings are represented as stroke graphs. Given two input key frames, a mapping between the graphs is derived, and spiral trajectories for graph nodes and additional salient points are computed. Strokes are then interpolated, leading to an initial set of inbetween frames. We propose a set of tools to modify the mapping, deal with simple topological mismatches, and redraw animation trajectories.

Finally, we propose a technique to control temporal noise in sketchy animation. Sequences of sketches typically present notable temporal artifacts in the form of visual flickering due to the lack of temporal consistency in the way sketched lines vary from the visually perceived boundaries and interior lines. We propose a two-step method that applies a temporal filter bi-linearly. By combining motion extraction, stroke correspondence, and inbetweening, temporal consistency can be enforced at the stroke level. We first apply this to selected key frames in the input animation to generate a so-called “noise free” sequence, and then to pairs of frames from the input sequence and the noise free sequence to obtain the desired temporal noise level specified by the user.

Compendio

Questa tesi di dottorato tratta lo studio di un nuovo set di strumenti ideati per facilitare l'automatizzazione e il supporto digitale per l'animazione bidimensionale (2D). Presentiamo un insieme di algoritmi e di tecniche specificatamente studiati per risolvere problemi considerati importanti in questa area di ricerca.

In contrasto con precedenti lavori di ricerca, dove l'automatizzazione era lo scopo principale, il nostro intento é quello di produrre strumenti intuitivi da usare, che diano all'artista totale controllo sul risultato, e che rispondano in tempo reale agli input permettendo una esperienza di lavoro scorrevole ed efficace.

Il concetto centrale é quello di mantenere l'artista al centro delle operazioni: tutto ciò che richiede interpretazione artistica é lasciato all'utente, mentre il potere computazionale viene utilizzato per svolgere mansioni tediose, ripetitive, o che richiederebbero troppo tempo per essere svolte manualmente. Il nostro studio diventa quindi quello di ideare strumenti di supporto soggetti al controllo artistico.

In principio, proponiamo uno studio di come le immagini vengono rappresentate in campo digitale. Questa rappresentazione é determinante per quanto riguarda l'elaborazione dei contenuti, e quindi la possibilità di costruire strumenti che supportino l'animazione 2D. Nel nostro lavoro identifichiamo una serie di problemi dovuti a come le immagini sono codificate, e proponiamo una rappresentazione alternativa ibrida, che combini i vantaggi di quelle esistenti (griglia di pixel, e immagini vettoriali). Discutiamo in fine una rappresentazione matematica unica per linee ed aree.

Ci dedichiamo poi al problema della vettorializzazione, ovvero la costruzione in digitale di un disegno su carta. Questo problema é ostico

principalmente in regioni dove i tratti del disegno si intersecano, o sono disegnati talmente vicini da risultare confusi. Proponiamo un sistema a doppia mandata, incentrato sullo studio della topologia del disegno. In primis, l'informazione contenuta nel gradiente di ogni pixel della griglia viene utilizzata in un processo di agglomerazione (clustering), che termina con la costruzione di un grafico che cattura la topologia del disegno. Grazie a questo grafico, applichiamo una procedura chiamata "Reverse Drawing", dove plausibili configurazioni di tratti vengono analizzate, e quelle considerate migliori scelte, risultando in una soluzione euristica ottimale.

Affrontiamo poi il problema della segmentazione. Segmentare, o separare in gruppi distinti, è un processo chiave nell'organizzazione di un disegno in livelli separati. Fatto manualmente, questo processo è spesso molto costoso in termini di tempo ed energie, e spesso impone un procedere che si allontana dal semplice disegnare, richiedendo tuttavia particolare attenzione e spesso conducendo ad errori. Proponiamo dunque una interfaccia basata su scarabocchi (scribbles) atta a guidare una minimizzazione energetica che termina con l'assegnazione, per ogni tratto del disegno, ad un particolare gruppo o livello. In contrasto con lavori precedenti, il nostro metodo propone l'utilizzo sia di informazione geometrica che temporale, disponibile oggigiorno grazie a dispositivi di disegno digitali.

Nell'ambito delle applicazioni, ci occupiamo del problema chiamato "Inbetweening", ovvero la creazione di immagini che stiano "in mezzo" a immagini chiave. Dato un disegno di partenza, queste immagini presentano modifiche graduali dei contenuti fino ad ottenere un disegno di arrivo, creando così l'illusione di una continuità. Procediamo cercando un'assegnazione di corrispondenza dei tratti provenienti da due immagini chiave (di partenza e di arrivo), e per ogni punto saliente in corrispondenza generiamo una traiettoria a spirale. I tratti vengono poi interpolati seguendo tali traiettorie, permettendo di generare le immagini desiderate. Il nostro metodo comprende strumenti per gestire semplici situazioni dove la topologia delle immagini chiave non corrisponde, come pure per ridisegnare traiettorie e aggiungere punti salienti.

Come ultimo lavoro, proponiamo una tecnica per controllare la quantità di rumore visivo — chiamato "rumore temporale" — presente nelle animazioni dallo stile grafico caotico e ricco di tratti, come nel caso di bozze e schizzi. Sequenze di schizzi presentano artefatti temporali percepiti come sfarfallamento dell'immagine. La ragione è che i bordi degli oggetti sono disegnati da linee in costante mutamento, con spostamenti considerevoli e spesso non coerenti nel procedere con la sequenza di immagini. Proponiamo un metodo che applica un filtro temporale bi-lineare. Combinando l'estrazione del movi-

mento, il calcolo della corrispondenza fra tratti, e la creazione di immagini “nel mezzo”, possiamo costringere i tratti a muoversi fluidamente secondo una coerenza temporale. Tale processo viene prima applicato ad immagini chiave, generando così una sequenza detta “senza rumore”, e in un secondo momento, lo stesso processo è applicato a coppie di immagini: una proveniente da questa sequenza “senza rumore” e l’altra dalla sequenza originale. Il risultato, è una animazione dove la quantità di rumore temporale tende ad un valore desiderato.