

'Matrix' images. Tapestries as precursors of digital images

Enrico Cicalò



The reproduction of images can involve processes of translation into codes that, through particular technological devices, can then allow to replicate it. Among the possible codes that can have this function, one in particular seems to be particularly adequate for the transmission of information and therefore also of images: the matrix, certainly understood in its most classical sense as an ordered table of elements, but whose etymology suggests other meanings besides the purely mathematical one. The word 'matrix' not only identifies a rectangular table of symbols arranged in rows and columns, but also distinguishes that which gives origin, which can allow the production of several copies from an original. Therefore, 'matrix images' can be defined as the ones that are conceived and reproduced with the help of matrices, understood as ordered systems of elements organized according to a table of rows and columns, in which symbols belonging to that code that allows the conversion of the matrix back into an image. Although this kind of images has a millennial history, characterized by the succession of experiments on different materials and technological solutions, it can be highlighted invariants. Starting from the analysis of some significant relationships between products, methods and production strategies that are distant in time and space, such as those that can be hypothesized between textile and digital visual artifacts, this article analyzes the drawings made by means of knots, weaves, pixels, dots and all those minimal elements capable of reproducing images designed through matrices and visualized through the intermediation of technological tools such as looms, printers and screens, which outline the genealogy of a technique of production and reproduction of images that is always current.

Keywords: digital images, matrices, textiles.

1. Introduction

The reproduction of images has always been aimed at their transmission in time and diffusion in space. The experimentation of materials, techniques and production strategies has often been stimulated by the need to create images on more durable material supports, so as to be more resistant to the passage of time, as well as more easily movable and more simply reproducible. One of the possible strategies of reproduction experimented and declined through countless variations and interpretations is that of the decomposition of the original image into minimal elements, whose duplication and recombination would allow the reconstruction of the forms and the perception of the initial images. These decompositions can follow different rules and be based on minimal elements of various forms and nature. In the case in which these small elements maintain their shape constantly, regardless of the images they have to reconstruct, and are recomposed according to regular grids aligning themselves along the vertical and horizontal lines, a spatial structure of the elements is

configured that recalls the concept of matrix, understood as an ordered set of elements arranged by rows and columns. The process of perceiving these images as unitary, even if they are made up of very small and very numerous fragments is the gestaltic one, which implies the prevalence of reading entirely over the reading of the individual parts (Kepes 2008)



Figure 1
Mosaics of Morgantina, 3rd century BC. © The author.

Figure 2
Fortunato Depero, Wall decorations, Casa Depero, Rovereto, 1957-59. © The author.



Immagini "matriciali". Gli arazzi come precursori delle immagini digitali

Enrico Cicalò

La riproduzione delle immagini può implicare processi di traduzione in codici che, attraverso particolari apparati tecnologici, possano poi permettere di replicarla. Fra i possibili codici che possono avere questa funzione, uno in particolare sembra essere particolarmente adeguato alla trasmissione delle informazioni e dunque anche delle immagini: la matrice, intesa certamente nella sua accezione più classica di tabella ordinata di elementi ma il cui etimo suggerisce altri significati oltre a quello prettamente matematico. La parola "matrice" oltre che a identificare una tabella rettangolare di simboli disposti per righe e per colonne, contraddistingue infatti anche ciò che dà origine, che può permettere la produzione di diverse copie a partire da un originale. Possono essere definite dunque "matriciali" quelle immagini concepite e riprodotte mediante l'ausilio di matrici, intese come sistemi ordinati di elementi organizzati secondo una tabella di righe e di colonne, in cui si posizionano simboli appartenenti a quel codice che consente la conversione della matrice di nuovo in immagine. Sebbene questo genere di immagini possa vantare una storia millenaria, caratterizzata dal susseguirsi di sperimentazioni sui materiali e su soluzioni tecnologiche differenti, possono essere evidenziate delle invarianti. A partire dall'analisi di alcune significative relazioni tra prodotti, metodi e strategie produttive lontane nel tempo e nello spazio, come quelle che possono essere ipotizzate tra gli artefatti visivi tessili e quelli digitali, in questo articolo si analizzano i disegni realizzati per mezzo di nodi, intrecci, *pixel*, punti e da tutti quegli elementi minimi capaci di riprodurre immagini progettate attraverso matrici e visualizzate con l'intermediazione di strumenti tecnologici quali telai, stampanti e schermi, che delineano la genealogia di una tecnica di produzione e riproduzione delle immagini sempre attuale.

Parole chiave: immagini digitali, matrici, tessuti.

1. Introduzione

La riproduzione delle immagini è stata da sempre finalizzata alla loro trasmissione nel tempo e alla diffusione nello spazio. La sperimentazione di materiali, tecniche e strategie di produzione è spesso stata stimolata dalla necessità di poter realizzare le immagini su supporti materici maggiormente durevoli così

da poter resistere maggiormente al passare del tempo, così come più facilmente movibili e più semplicemente riproducibili. Una delle possibili strategie di riproduzione sperimentate e declinate attraverso innumerevoli varianti e interpretazioni è quella della scomposizione dell'immagine di partenza in elementi minimi la cui duplicazione e ricomposizione consen-

Figura 1
Mosaici di Morgantina, III sec. a.C. © L'autore.

Figura 2
Fortunato Depero, Affreschi, Casa Depero, Rovereto, 1957-59. © L'autore.



and is the same on which entire artistic currents such as Impressionism, Pointillism, and divisionism, have been based, within which the design of the forms was experimented through their decomposition into minimal chromatic elements arranged in an irregular way that in the perceptive act were able to reconstruct in the eye of the observer the image wished by the artist. Even the subdivision of the image into minute elements organized according to structures that can be ascribed to ordered tables, which can then allow the image production and reproduction, is a recurring strategy in the history of visual artifacts. Forerunners of this technique are the most regular types of mosaic, whose first expressions date back to 3000 B.C., and which then characterized the visual culture in the classical era (fig. 1), as well as the visual languages of both the artists of the past (fig. 2) and of the contemporary ones (fig. 3). They have inaugurated a rich history of experimentation of techniques of decomposition and recombination of the images (fig. 6), within which there are several significant cases of study among which those of the images woven in the tapestries (fig. 4) and those of the digital images (fig. 5), whose similarities and invariances are explored in this article.

2. Tapestries and digital images

2.1. Conceptual analogies

Although it dates back to 3000 B.C., the tapestry acquires a primacy as a visual artifact starting from the 14th century and continues to be so for the following four centuries (Forti Grazzini 2002), when the most prestigious families in the whole of Europe consider the tapestry technique to be the most suitable to illustrate on a monumental scale the sacred stories and the narrative interweaving of novels and courteous poems, and at the same time to show their glories and gestures, for their homes or to be used as diplomatic gifts (Joubert 1995). In this phase of their history, the tapestries are conceived by painters through drawings painted on cartoons as large as the tapestries they wanted to obtain. The cartoons, once copied by the tapestries, could be withdrawn by the clients together with the works made, to prevent their replication; but gener-

ally, they remained with the merchants or the tapestries themselves, who used them to make further copies.

Giorgio Vasari (1550) in the introduction of *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*, describes the “bellissima invenzione degli arazzi tessuti, che fa comodità e grandezza, potendo portar la pittura in ogni luogo e salvatico e domestico” (Vasari 2015, p. 10). These words suggest how tapestries can be considered among the oldest and at the same time most modern visual artifacts. Mobile, easily reproducible, ephemeral as they are interchangeable, shareable and usable in all spaces, they anticipate some of the peculiarities of digital images.



Figure 3
Chuck Close, *Self-Portrait (No Glasses)*, 2015–16.
https://static01.nyt.com/images/2016/07/17/magazine/17close4/17mag-17close-t_CA1-jumbo.jpg?quality=90&auto=webp.
© NYT.



Figure 4
Samugheo handmade tapestry, Sardinia, 2017. Photos and survey. © The author.

Figure 5
Low resolution digital image, highlighting the pixels matrix of which it is composed, 2018. Photo and graphic processing.
© The author.

Figure 6
Image taken from a LED screen, extracted from a Royalty free Animated Motion background video.
https://www.youtube.com/watch?v=YSvtYe_4NQc.

tisse la ricostruzione delle forme e la percezione delle immagini iniziali. Tali scomposizioni possono seguire diverse regole e basarsi su elementi minimi di varia forma e natura. Nel caso in cui questi elementi minimi mantengono costante la loro forma, a prescindere dalle immagini che devono ricostruire, e vengono ricomposti secondo griglie regolari allineandosi lungo le direttrici verticali e orizzontali, viene a configurarsi una struttura spaziale degli elementi che richiama il concetto di matrice, inteso come insieme ordinato di elementi disposto per righe e per colonne. Il processo di percezione di tali immagini come unitarie, seppure costituite da piccolissimi e numerosissimi frammenti è quello gestaltico che

prevede la prevalenza della lettura del tutto rispetto alla lettura delle singole parti (Kepes 2008) ed è lo stesso su cui si sono basate intere correnti artistiche quali impressionismo, puntinismo, divisionismo, all'interno delle quali il disegno delle forme è stato sperimentato attraverso la loro scomposizione in elementi cromatici minimi disposti in maniera irregolare che nell'atto percettivo erano in grado di ricostruire nell'occhio dell'osservatore l'immagine voluta dall'artista.

Anche la scomposizione dell'immagine in elementi minimi organizzati secondo strutture riconducibili a tabelle ordinate, che possono poi permetterne la produzione e la riproduzione, è una strategia ricorrente nella storia degli artefatti visivi. Antesignani di questa tecnica sono le tipologie più regolari di mosaico, le cui prime espressioni risalgono al 3000 a.C. e che hanno poi caratterizzato la cultura visiva in epoca classica (fig. 1) così come i linguaggi visivi sia degli artisti del passato (fig. 2) che di quelli contemporanei (fig. 3), e che hanno inaugurato una ricca storia di sperimentazione di tecniche di scomposizione e ricomposizione delle immagini (fig. 6), all'interno della quale si collocano diversi casi di studio significativi tra cui quelli delle immagini tessute negli arazzi (fig. 4) e quelli delle immagini digitali (fig. 5), le cui similitudini e le cui invarianze vengono esplorate in questo articolo.

2. Arazzi e immagini digitali

2.1. Analogie concettuali

Sebbene risalente al 3000 a.C., l'arazzo acquista un primato come artefatto visivo a partire dal XIV secolo e lo mantiene per i successivi quattro secoli (Forti Grazzini 2002), quando le famiglie più prestigiose dell'intera Europa ravvisano nella tecnica dell'arazzo quella più adatta ad illustrare su scala monumentale le storie sacre e gli intrecci narrativi dei romanzi e dei poemi cortesi e contemporaneamente manifestare i loro fasti e le loro gesta, per le loro dimore o da utilizzare quali doni diplomatici (Joubert 1995). In questa fase della loro storia, gli arazzi vengono ideati dai pittori tramite disegni dipinti su cartoni grandi quanto gli arazzi che si volevano ottenere. I cartoni, una volta copiati dagli arazzieri, po-

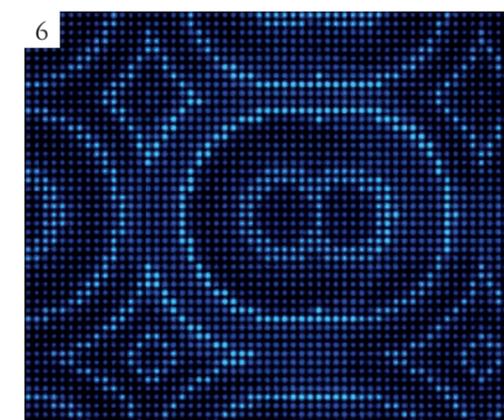


Figura 3
Chuck Close, *Self-Portrait (No Glasses)*, 2015–16.
https://static01.nyt.com/images/2016/07/17/magazine/17close4/17mag-17close-t_CA1-jumbo.jpg?quality=90&auto=webp.
© NYT.

Figura 4
Arazzo artigianale di Samugheo, Sardegna, 2017. Foto e rilievo. © L'autore.

Figura 5
Immagine digitale a bassa risoluzione, con evidenziata la matrice di pixel di cui essa si compone, 2018. Foto ed elaborazione grafica.
© L'autore.

Figura 6
Immagine ottenuta da uno schermo LED, estratta da uno sfondo video *Animated Motion Royalty free*.
https://www.youtube.com/watch?v=YSvtYe_4NQc.



2.2. Perceptual analogies

However, the modernity of the tapestry and its correlation with digital images can be attributed not only to the greater mobility compared to other visual artifacts diffused at the time of their maximum diffusion, but above all to the methods of ideation and production. The tapestry, like any other textile product, is made up of an ordered sequence of minimal elements, interweaving between orthogonal threads that define a structure of optical units (Kepes 2008) that are always equal to each other with the exception for their chromatic quality, repeated regularly according to a grid of rows and columns resulting from the interweaving of two orthogonal orders of threads that are parallel to each other: warp and weft (fig. 7).

Looking at the surface of the tapestry at close range, it is possible to observe a regular pattern of nodes whose small size and chromatic variations allow the gestaltic perception of the image in its unity. A perceptual mechanism very similar to the one that allows the reading of digital images, consisting of matrices of chromatically connoted pixels (fig. 8). The image is generated from the perception of the whole of several minimal chromatically treated elements, that are arranged in an orderly manner according to a matrix of n rows and m columns, in which each minimal element has an identifiable position according to a Cartesian reference system based on the x and y coordinates.

2.3. Technological analogies

The close correlation between tapestries and digital images, which can be hypothesized on the basis of conceptual and perceptive similarities, is further strengthened by the study of the evolution of the technologies that have characterized the textile production. With the advent of the industrial era and the mechanization of production processes, the textile industry, and in particular the loom, becomes a field of technological experimentation (figs. 9 and 10) that accelerates until it leads to the invention of computers and therefore to the digital era (Campbell–Kelly 2009).

Then, with mechanization, the tapestry loses its monumental aura and its elitist connota-

tion to become an object of common use. The woven subjects, until now narrative and celebratory, become purely decorative and take the form of patterns and repetitions of geometric patterns or elementary drawings (figs. 11 and 12). It will be precisely the need to en-

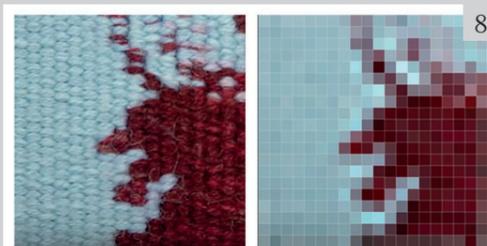


Figure 7
Tapestry making. Images from the video *The art of making a tapestry. The tapestry manufactory at the Gobelins, Paris*. <https://www.youtube.com/watch?v=jlbu-dJuEh0>.

Figure 8
Image drawn by nodes and image drawn by pixels. Graphic processing. © The author.

Figure 9
Tapestry weaving, a new type of loom being raised to working tension (top), details of the improvements (below). Engraving by Robert Bénard after Radel (active 1751–67). <https://wellcomecollection.org/works/ezv9srzt>.

Figure 10
Tapestry weaving, a loom with a half-completed tapestry (top), details of the tools used (below). Engraving by Robert Bénard after Radel (active 1751–67). <https://wellcomecollection.org/works/cvnsyr6j>.

tevano essere ritirati dai committenti assieme alle opere realizzate, per impedirne la replica; ma in genere, rimanevano ai mercanti o agli stessi arazzieri che li utilizzavano per eseguire ulteriori copie.

Giorgio Vasari (1550) nell'introduzione de *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*,

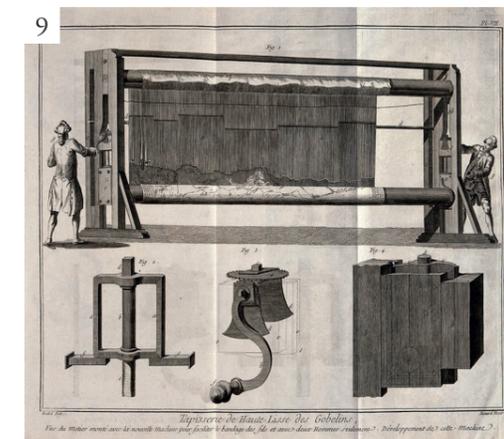


Figura 7
Lavorazione di un arazzo. Immagini tratte dal video *The art of making a tapestry. The tapestry manufactory at the Gobelins, Paris*. <https://www.youtube.com/watch?v=jlbu-dJuEh0>.

Figura 8
Immagine disegnata da nodi e immagine disegnata da pixel. Elaborazione grafica. © L'autore.

Figura 9
Tessitura di arazzi: un nuovo tipo di telaio che viene portato alla tensione di lavoro (in alto), dettagli dei miglioramenti (sotto). Incisione di Robert Bénard nello stile di Radel, attivo tra il 1751 e il 1767. <https://wellcomecollection.org/works/ezv9srzt>.

Figura 10
Tessitura di arazzi: un telaio con arazzo semi-completato (in alto), dettagli degli strumenti utilizzati (in basso). Incisione di Robert Bénard nello stile di Radel, attivo tra il 1751 e il 1767. <https://wellcomecollection.org/works/cvnsyr6j>.

descrive la «bellissima invenzione degli arazzi tessuti, che fa comodità e grandezza, potendo portar la pittura in ogni luogo e salvatico e domestico» (Vasari 2015, p. 10). Queste parole fanno intuire come l'arazzo possa essere considerato tra gli artefatti visuali più antichi e allo stesso tempo più moderni. Mobili, facilmente riproducibili, effimeri in quanto interscambiabili, condivisibili e fruibili in tutti gli spazi, essi anticipano infatti alcune delle peculiarità delle immagini digitali.

2.2. Analogie percettive

La modernità dell'arazzo e la sua correlazione con le immagini digitali sono ascrivibili però non solo alla maggiore mobilità rispetto agli altri artefatti visivi diffusi nell'epoca della loro massima diffusione, ma soprattutto alle modalità di ideazione e di produzione. L'arazzo, così come ogni altro prodotto tessile, è costituito da una sequenza ordinata di elementi minimi, intrecci tra fili ortogonali che definiscono una struttura di unità ottiche (Kepes 2008) sempre uguali tra loro ad eccezione della loro qualità cromatica, ripetute regolarmente secondo una griglia di righe e di colonne risultanti dagli intrecci di due ordini ortogonali di fili tra loro paralleli: ordito e trame (fig. 7).

Guardando la superficie dell'arazzo a distanza ravvicinata, è possibile osservare un pattern regolare di nodi le cui piccole dimensioni e le cui variazioni cromatiche permettono la percezione gestaltica dell'immagine nella sua unitarietà. Un meccanismo percettivo del tutto simile a quello che consente la lettura delle immagini digitali costituite da matrici di *pixel* cromaticamente connotati (fig. 8). L'immagine nasce dalla percezione dell'insieme di più elementi minimi trattati cromaticamente che si dispongono in maniera ordinata secondo una matrice di n righe ed m colonne, in cui ciascun elemento minimo ha una posizione identificabile secondo un sistema di riferimento cartesiano basato sulle coordinate x e y .

2.3. Analogie tecnologiche

La stretta correlazione tra arazzi e immagini digitali, che può essere ipotizzata sulla base di similitudini concettuali e percettive, viene raf-

code the information relating to these designs to be woven through mechanical looms that will open up a field of technological research that will see the matrix establish itself as the optimal system for archiving data.

To respond to this requirement, in 1725 Basile Bouchon invented punched paper tapes with which to control the weaving of designs on mechanical looms, which are considered the first semiautomatic precorritory machines of the most modern automatic calculators (Harlizius–Klück 2017). Bouchon, a textile worker who is the son of an organ manufacturer, realizes that the technology applied to the operation of automatic organs could also be used in looms for weaving graphic motifs. The information for the reproduction of music was then encoded on rolls of perforated paper whose sequences of holes would then be reproduced in metal rolls to mark the positioning of small nails capable of activating, through rotation, the mechanisms that allowed the organ to emit sound automatically. With such a mechanism, the holes imprinted in the paper roll could have allowed the selection of the warp threads that would be raised during weaving. This technological solution allowed the translation of a graphic motif consisting of holes in the movement of the warp threads on paper, thus controlling the weft weaving and allowing the design of the decorative motifs on the fabric (figs. 13 and 14).

Although the invention of Bouchon (fig. 15) was not very successful because of some technical limitations, it was the fundamental basis for all those models that later could optimize the initial idea, such as that of Jean-Baptiste Falcon who in 1728 replaced the paper roll with perforated rigid cards, and that of Jacques Vaucanson who in 1745 completed the automation of the loom (Harlizius–Klück 2017).

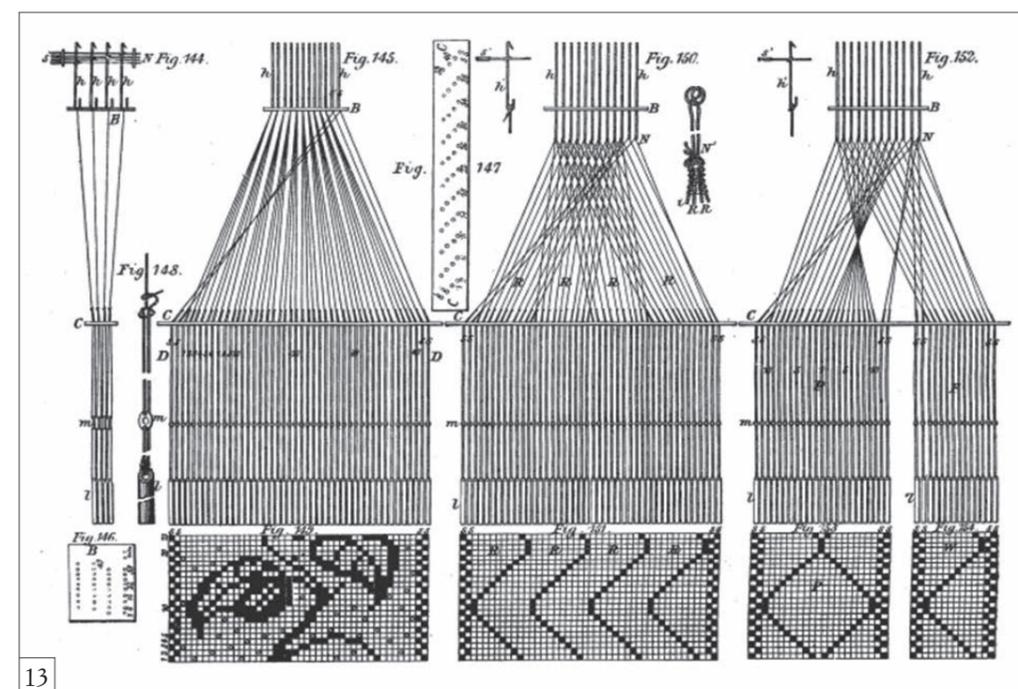
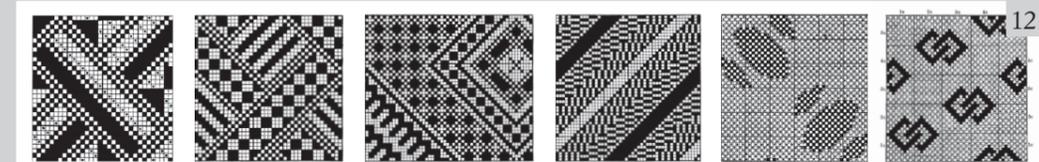
It was then with Joseph Marie Jacquard, in 1805, that the first model of programmable weaving machine was developed, still considered today the first version of programmable machine from which modern computers would be derived. Jacquard’s loom uses punched cards, in which each card corresponding to one line of the drawing and the different cards in their succession define the matrix from which the woven drawing will derive. The use of these replaceable punch cards to control a sequence of operations (figs. 16 and 17) is considered a decisive step towards what will be the age of computers and digital technology (Essinger 2004).

The use of grids to encode drawings to be woven, introduced with the mechanization of production processes, will then spread also in the field of traditional manual weaving where the squared sheets will replicate the system of data storage and transmission replacing the fragments of woven samples on which the transmission of traditional draw-



Figures 11 and 12
Card pattern for Jacquard loom. BELL 1895, pp. 113, 114, 125, 126, 127, 128, 130, 132. https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/books/btf_jac_2.pdf.

Figures 13 and 14
Jacquard loom. BARLOW 1875, p. 117. https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/articles/unk_wv17.pdf.



forzata ulteriormente dallo studio dell’evoluzione delle tecnologie che hanno caratterizzato la produzione tessile. Con l’avvento dell’era industriale e la meccanizzazione dei processi produttivi, l’industria tessile, e in particolare il telaio, diviene campo di sperimentazione tecnologica (figg. 9 e 10) che andrà accelerando

fino a condurre all’invenzione dei calcolatori e dunque all’era del digitale (Campbell–Kelly 2009). Con la meccanizzazione, l’arazzo perde la sua aura monumentale e la sua connotazione elitaria per divenire oggetto di uso comune. I soggetti tessuti, sinora narrativi e celebrativi, divengono puramente decorativi e

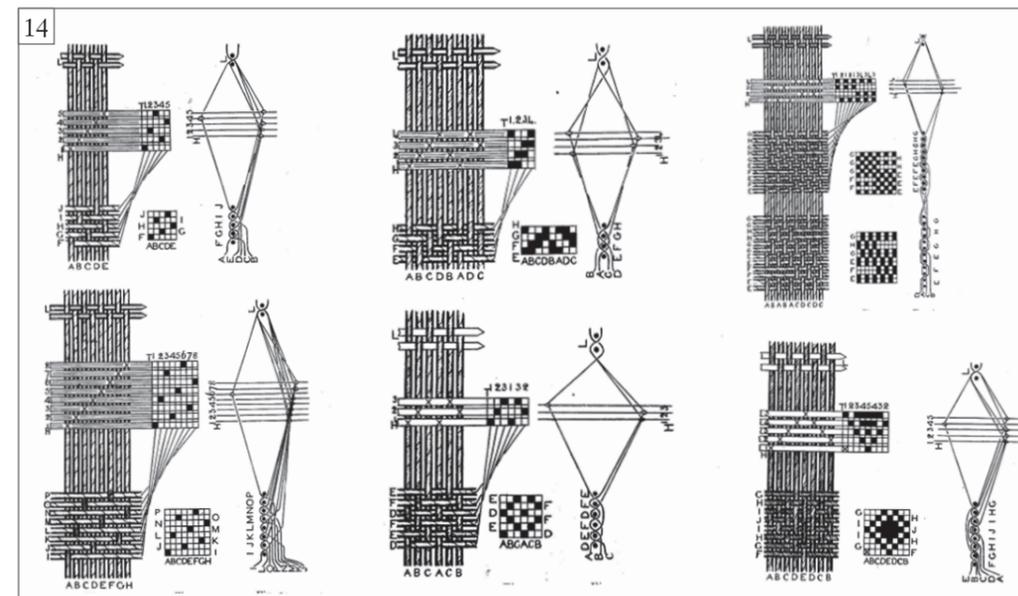
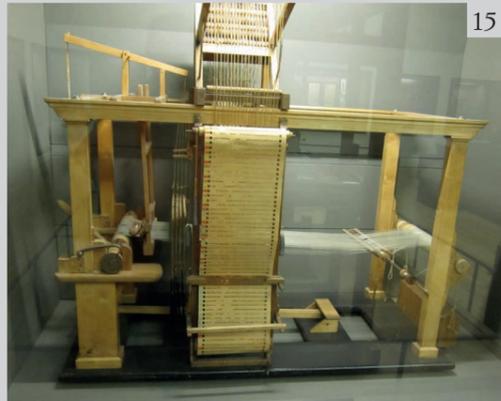
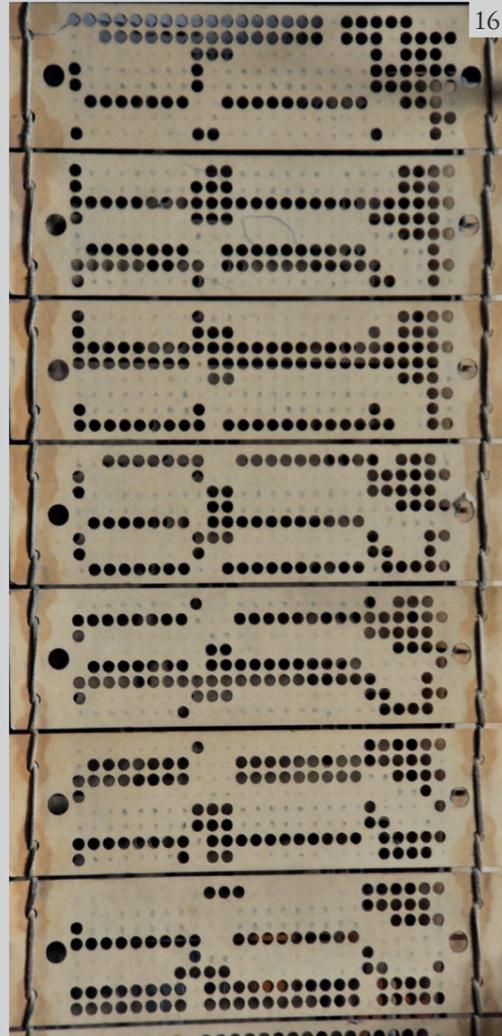


Figure 11 e 12
Pattern per schede del telaio Jacquard. BELL 1895, pp. 113, 114, 125, 126, 127, 128, 130, 132. https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/books/btf_jac_2.pdf.

Figure 13 e 14
Il telaio Jacquard. BARLOW 1875, p. 117. https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/articles/unk_wv17.pdf.



15



16

Figure 15
Basile Bouchon loom, 1725.
Musée des Arts et Métiers,
Paris. https://en.wikipedia.org/wiki/Basile_Bouchon#/media/File:Basile_Bouchon_1725_loom.jpg.

Figure 16
Punched cards for a
Jacquard loom. <https://www.flickr.com/photos/pedrik/2409348962>.

Figure 17
Punched cards for a Jacquard
loom. STAFF 1905, p. 21.
<https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/monographs/ics498.pdf>.

ings has been based from generation to generation over the millennia (figs. 18 and 19).

2.4. Mechanical analogies

Another invariant that assimilates the production of tapestries to that of digital images can also be found in the type of mechanisms capable of transforming the starting codes into tangible and material images. Both the process of weaving warp and weft and the process of printing images on paper are made possible by a double mechanism that involves the sliding of the support in which the image is to be created, and the oscillation of the device in which the images are to be drawn. The support that slides consists of the warp, in the case of the loom, and in the paper, in the case of the printer, both rolled around a roller that, moving constantly, it allows to trace the image line by line, through an oscillating tool. In the loom it is the weaving shuttle that oscillates, weaving the wefts to the warp; in the printer it is the trolleys on which the cartridges release the inks.

In the combination of two constant movements lies one of the most significant secrets of the production and reproduction of image. Longitudinal movement and transversal oscillation can in fact be configured as image-generating motions, whether they are the movement of the warp rolls as the shuttles that draw images by weaving textures oscillate, or the movement of the plotter paper rolls as the ink jet carriages oscillate.

Looms and plotters, tapestries and digital images appear to be two tools that are totally unrelated to each other, linked to very distant times

and technologies, yet the former may prove to be the precursor of the latter. The neutral threads of the warps welcome the interweaving of the coloured wefts that oscillate transversely forming images, just as the white sheets create them by absorbing the inks released by the oscillation of the print heads. These are two identical pairs of orthogonal motions at constant and continuous speeds and frequencies that underlie the production of images through technologies belonging to distant eras and cultures. These are serial images whose reproduction requires projects capable of representing the interweaving of the two orthogonal movements of the different mechanics involved. The matrices, with their intersections of rows



08 2019



08 2019

Figura 15
Telaio Basile Bouchon, 1725.
Musée des Arts et Métiers,
Parigi. https://en.wikipedia.org/wiki/Basile_Bouchon#/media/File:Basile_Bouchon_1725_loom.jpg.

Figura 16
Carte perforate di un
telaio Jacquard. <https://www.flickr.com/photos/pedrik/2409348962>.

Figura 17
Carte perforate di un telaio
Jacquard. STAFF 1905, p.
21. <https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/monographs/ics498.pdf>.

assumono la forma di pattern e ripetizioni di motivi geometrici o disegni elementari (figg. 11 e 12). Sarà proprio la necessità di codificare le informazioni relative a questi disegni da tessere attraverso i telai meccanici ad aprire un ambito di ricerca tecnologica che vedrà affermarsi la matrice come sistema ottimale per l'archiviazione di dati.

Per rispondere a questa necessità, nel 1725 Basile Bouchon inventa i nastri di carta perforata con i quali controllare la tessitura di disegni su telai meccanici, che vengono considerati le prime macchine semiautomatiche precorritrici dei più moderni calcolatori automatici (Harlizius–Klück 2017). Bouchon, operaio tessile figlio di un produttore di organi, intuisce che la tecnologia applicata al funzionamento degli organi automatici poteva essere utilizzata anche nei telai per la tessitura di motivi grafici. Le informazioni per la riproduzione della musica venivano allora codificate su rotoli di carta perforata le cui sequenze di fori sarebbero state poi riprodotte in rulli metallici per segnare il posizionamento di piccoli chiodi capaci di azionare, attraverso la rotazione, i meccanismi che consentivano all'organo di emettere il suono in maniera automatica. Con un simile meccanismo, i fori impressi nel rotolo di carta avrebbero potuto permettere la selezione dei fili d'ordito che sarebbero stati sollevati durante la tessitura. Questa soluzione tecnologica consentiva la traduzione di un motivo grafico costituito da forature su carta nel movimento dei fili dell'ordito, controllando così l'intreccio delle trame e permettendo il disegno dei motivi decorativi sul tessuto (figg. 13 e 14). Sebbene l'invenzione di Bouchon (fig. 15) non ebbe grande successo a causa di alcuni limiti tecnici, essa costituì la base fondamentale per tutti quei modelli che successivamente poterono ottimizzare l'idea iniziale, come quello di Jean-Baptiste Falcon che nel 1728 sostituisce al rotolo cartaceo delle schede forate rigide, e quello di Jacques Vaucanson che nel 1745 va a completare l'automazione del telaio (Harlizius–Klück 2017).

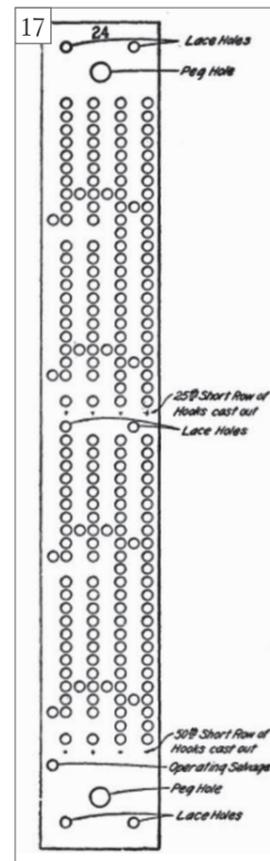
Sarà poi con Joseph Marie Jacquard, nel 1805, che si arriverà al primo modello di telaio programmabile, considerato ancora oggi la prima

versione di macchina programmabile da cui sarebbero derivati i moderni computer. Il telaio di Jacquard utilizza schede di cartone con fogli forati, in cui ogni scheda corrispondente ad una riga del disegno e le diverse schede nel loro susseguirsi definiscono la matrice da cui deriverà il disegno tessuto. L'uso di queste schede perforate sostituibili per controllare una sequenza di operazioni (figg. 16 e 17) è considerato un passo determinante verso quella che sarà l'era dell'informatica e del digitale (Essinger 2004). L'uso di griglie per codificare i disegni da tessere, introdotto con la meccanizzazione dei processi produttivi, si diffonderà poi anche nell'ambito della tessitura manuale tradizionale dove i fogli quadrettati replicheranno il sistema di archiviazione e trasmissione dei dati sostituendosi ai frammenti di campioni tessuti su cui si è fondata la trasmissione dei disegni tradizionali di generazione in generazione nel corso dei millenni (figg. 18 e 19).

2.4. Analogie meccaniche

Un'altra invariante che assimila la produzione dell'arazzo a quella delle immagini digitali può essere inoltre ricercata nella tipologia di meccanismi capaci di trasformare i codici di partenza in immagini tangibili e materiche. Sia il processo di intreccio tra ordito e trama, sia il processo di stampa delle immagini su carta sono resi possibili da una doppia meccanica che vede scorrere il supporto in cui l'immagine si deve realizzare e oscillare lo strumento che dovrà in esso disegnare le immagini. Il supporto che va a scorrere consiste nell'ordito, nel caso del telaio, e nella carta, nel caso della stampante, entrambi arrotolati attorno ad un rullo che, muovendosi costantemente, permette di tracciare l'immagine riga dopo riga, attraverso uno strumento oscillante. Nel telaio è la navetta ad oscillare, intrecciando le trame all'ordito; nella stampante lo fanno i carrelli su cui le cartucce rilasciano gli inchiostri.

Nella combinazione tra due moti costanti risiede perciò una delle tecniche più significative di produzione e di riproduzione dell'immagine. Scorrimento longitudinale e oscillazione trasversale possono configurarsi infatti come



and columns, lend themselves to this purpose in an optimal way. Matrices designed by weavers on simple square sheets to transmit in space and time the memory of ancestral geometric patterns, matrices of data stored to calibrate the composition of the inks, matrices of pixels displayed on the monitors of digital devices, are the most basic geometric–mathematical solution to the transmission of drawings to be serially produced on flat surfaces.

2.5. Graphical analogies

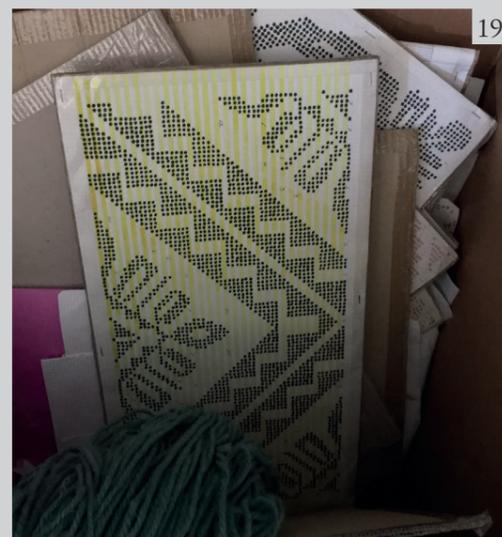
The matrices, intended as ordered systems of data organized in a grid of rows and columns,



18

start therefore to be used to encode the images to be reproduced in the textiles, images that can be defined as ‘matrix images’ because they can be derived from a matrix and graphically encoded through a matrix (fig. 20).

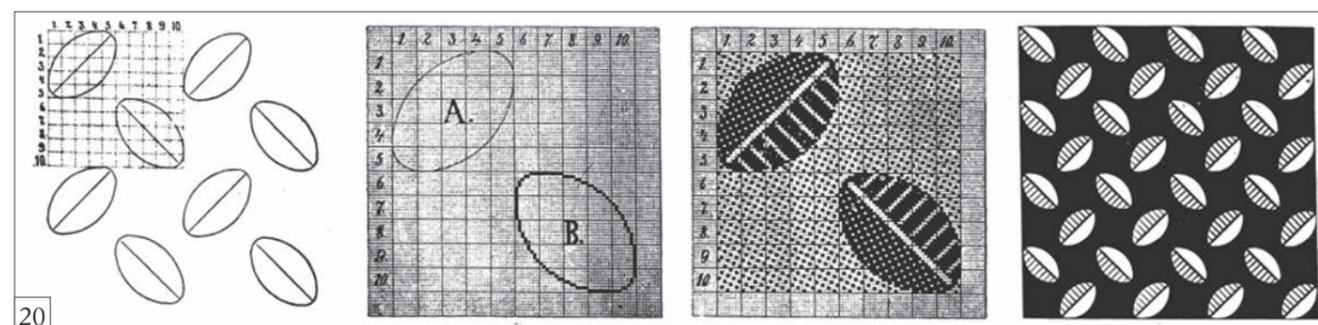
In the same way, ‘matrix images’ can be defined the digital images as they consist of matrices of pixels (fig. 21). In the computer graphics theory a digital image is composed by a matrix of pixels having position (x, y) which assume a numerical value corresponding to a particular color that allows to capture, display, reproduce and print the copies of the original image. Similarly to looms that is recognized as the forerunner of computers, tapestries also anticipate digital images, preceding their productive and perceptive mechanisms. In the ‘matrix’ images each minimum element can be realized through different techniques and techniques: knots, tesserae, tiles, up to the most recent evolutions of pixels and LEDs (fig. 22). The matrix concept becomes a design strategy for the transmission of drawings and motifs, carried out using different techniques but always translating rows and columns into visual messages. Therefore, the matrix conception of an image is linked to the need to reproduce and transmit it through a project that allows its coherent repetition. The matrix represents the translation of the original image into a code that abstracts the image and decomposes it into minimal elements, connoted and reproducible through the aid of



19

Figures 18 and 19
Dotted matrices used for
handcraft weaving in
Samugheo, Sardinia, 2018.
© The author.

Figure 20
Illustration of the complete
drawing process from sketch
to design. POSSELT 1888,
pp. 115–116. https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/books/pea_jacq_2.pdf.



20

Figure 18 e 19
Matrici quadrettate utilizzate
per la tessitura artigianale a
Samugheo, Sardegna, 2018.
© L'autore.

Figura 20
Illustrazione dell'intero
processo di disegno, dallo
schizzo alla progettazione.
POSSELT 1888, pp. 115–116.
https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/books/pea_jacq_2.pdf.

moti generatori di immagini, siano essi lo scorrimento dei rulli degli orditi all'oscillare delle navette che disegnano immagini intrecciando trame nei telai, o lo scorrimento dei rulli della carta da plotter all'oscillare dei carrelli dei getti di inchiostro. Telai e plotter, arazzi e immagini digitali appaiono tra loro totalmente estranei, appartenenti a tempi e tecnologie lontanissime, eppure il primo può rivelarsi precursore dell'altro. I fili neutri degli orditi accolgono gli intrecci delle trame colorate che oscillano trasversalmente formando immagini, così come i fogli bianchi le creano assorbendo gli inchiostri rilasciati dall'oscillare delle testine di stampa. Sono inoltre entrambi artefatti visivi replicabili la cui riproduzione necessita di codici capaci di rappresentare l'intreccio tra i due movimenti ortogonali delle diverse meccaniche coinvolte. Le matrici, con i loro incroci di righe e colonne, si prestano a questo scopo. Matrici generatrici con significati etimologicamente multipli, disegnate dalle tessitrici su semplici fogli quadrettati per trasmettere nello spazio e nel tempo la memoria di motivi geometrici ancestrali, matrici di dati memorizzate per calibrare la composizione degli inchiostri, matrici di pixel visualizzate sui monitor dei dispositivi digitali, costituiscono la soluzione geometrico–matematica più elementare alla trasmissione dei disegni da produrre serialmente su superfici piane.

2.5. Analogie grafiche

Le matrici, intese come sistemi ordinati di dati organizzati in una griglia di righe e di colonne, iniziano dunque ad essere utilizzate per codificare le immagini da riprodurre nei tessuti, immagini definibili “matriciali” in quanto derivabili da una matrice e codificabili grafica-

mente attraverso una matrice (fig. 20).

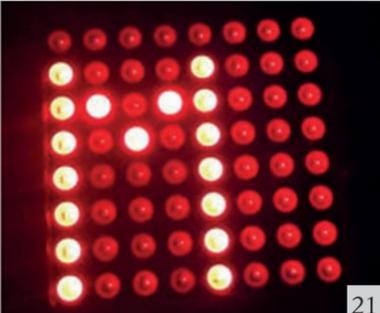
Allo stesso modo, “matriciali” possono essere definite le immagini digitali in quanto costituite da matrici di pixel (fig. 21). Nella teoria della *computer graphics* un'immagine digitale si compone di una matrice di pixel aventi posizione (x, y) i quali assumono un valore numerico corrispondente ad un particolare colore che consente di acquisire, visualizzare, riprodurre e stampare le copie dell'immagine originaria.

Così come il telaio viene riconosciuto come precursore del computer, anche l'arazzo preannuncia le immagini digitali anticipandone i meccanismi produttivi e percettivi. Nelle immagini “matriciali” ciascun elemento minimo può essere realizzato attraverso diversi materiali e tecniche, nodi, tessere, mattonelle, sino alle più recenti evoluzioni di pixel e LED (fig. 22). La concezione matriciale diviene progetto per la trasmissione dei disegni e dei motivi, eseguiti attraverso tecniche diverse ma comunque sempre capaci di tradurre righe e colonne in messaggi visivi. La concezione matriciale di un'immagine è dunque legata alla necessità di poterla riprodurre e trasmettere attraverso un progetto che ne consenta la ripetizione coerente. La matrice rappresenta la traduzione dell'immagine originaria in un codice che astrae l'immagine e la scompone in elementi minimi connotati e riproducibili attraverso l'ausilio della tecnologia, sui quali si baserà poi la percezione gestaltica dell'immagine che permetterà la fruizione dell'unitarietà originaria.

3. Conclusioni

In questo articolo sono state analizzate parallelamente la categoria delle “immagini ma-

Row/Col	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
R1	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	0	0	0	1	0	0	0
R3	1	1	0	1	1	0	0	0
R4	1	0	1	0	1	0	0	0
R5	1	0	0	0	1	0	0	0
R6	1	0	0	0	1	0	0	0
R7	1	0	0	0	1	0	0	0
R8	1	0	0	0	1	0	0	0



technology, on which the gestalt perception of the image will then be based, allowing the fruition of the original unity.

3. Conclusions

In this article, the category of ‘matrix images’ has been analyzed in parallel in relation to the analogies between tapestries and digital images. The category of images that have in common a matrix project has allowed us to grasp a relationship between the two digital artifacts belonging to different and distant cultures and technologies. This article allows to deepen these relationships by highlighting not only the sharing of the same conceptual structure, but also a real genealogy of a technological nature,

that sees the mechanical loom as a precursor of the computer, and therefore the tapestry as the predecessor of the digital image. Between these two artifacts has been highlighted not only the invariance of the design strategy, but also the mechanical one that allows the images to be made concrete and material, through different tools, whether they are frames or printers and plotters. Conceptual, perceptual, technological and mechanical analogies can be re-read even in the most modern processes of relief, redesign and reproduction of tapestries that make use of digital technologies, and relying on the matrix nature of these artifacts allow and facilitate their spread and transmission, in time and space.

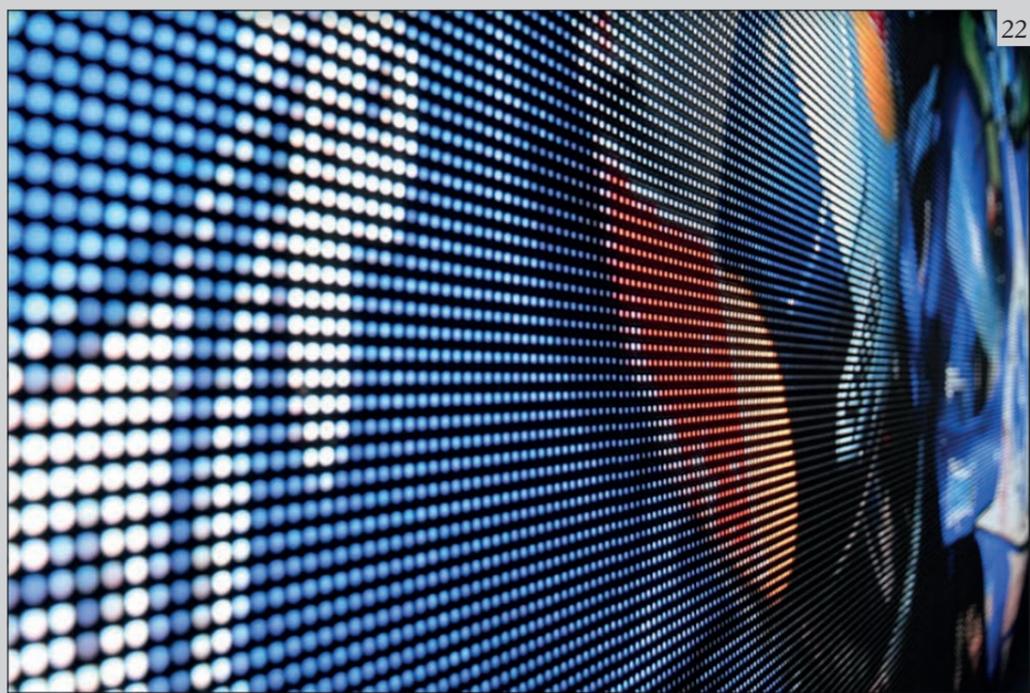


Figure 21
Row and column values of character ‘M’ & Dot Matrix Display showing the corresponding character ‘M’.
<https://wiki.eprolabs.com/images/0/0b/Rc.jpg>.

Figure 22
Image generated by a LED screen. <https://www.mobileviewscreens.com/wp-content/uploads/2017/01/Mobile-LED-Screens-with-high-resolution-technology.png>.

triciali” con le analogie tra arazzi e immagini digitali. La categoria delle immagini accomunate da un progetto a matrice ha permesso di intuire una relazione i due artefatti digitali appartenenti a culture e tecnologie differenti e lontane. Questo articolo permette di approfondire tali relazioni mettendo in luce non solo la condivisione della stessa struttura concettuale, ma anche una reale genealogia di tipo tecnologico che vede il telaio meccanico come antesignano del computer e dunque l’arazzo come predecessore dell’immagine digitale. Tra questi due artefatti è stata evi-

denziata oltre che l’invarianza della strategia progettuale anche quella di tipo meccanico che permette alle immagini di concretizzarsi e rendersi materiche, attraverso i diversi strumenti, siano essi telai o stampanti e plotter. Analogie concettuali, percettive, tecnologiche e meccaniche rileggibili anche nei più moderni processi di rilievo, ridisegno e riproduzione degli arazzi che fanno uso delle tecnologie digitali e basandosi proprio sulla natura matriciale di questi artefatti ne permettono e ne facilitano la diffusione e la trasmissione, nel tempo e nello spazio.

References / Bibliografia

- BARLOW, A., 1875. The Jacquard apparatus. *Engineering Weekly*. XVII, February 12, 1875, pp. 117–118. [visited December 1st, 2019]. Available at: https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/articles/unk_wv17.pdf.
- BELL, T.F., 1895. *Jacquard weaving and designing*. London, New York: Longmans, Green, and Co., pp. 335. [visited December 1st, 2019]. Available at: https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/books/btf_jac_2.pdf.
- CAMPBELL–KELLY, M., 2009. The origin of computing. *Scientific American*. Vol. 301, 3, September 2009, pp. 62–69.
- ESSINGER, J., 2004. *Jacquard’s web. How a hand-loom led to the birth of the information age*. Oxford: Oxford University Press, pp. 302.
- FORTI GRAZZINI, N., 2002. Tecnica e funzione degli arazzi antichi: alcune considerazioni introduttive. *Kunst + Architektur in der Schweiz*. Vol. 53, 1, 2002, pp. 6–17.
- HARLIZIUS–KLÜCK, E., 2017. Weaving as binary art and the algebra of patterns. *Textile*. Vol. 15, 2, 2017, pp. 176–197 (doi: 10.1080/14759756.2017.1298239).
- JOUBERT, F., 1995. Le Moyen-Âge. Un art nouveau. In JOUBERT, F., LEFÉBURE, A., BERTRAND, P.–F., *Histoire de la tapisserie. En Europe, du Moyen-Âge à nos jours*. Paris: Flammarion, pp. 9–63.
- KEPES, G., 2008. *Il linguaggio della visione*. Bari: Dedalo, pp. 256.
- POSSELT, E.A., 1888. *The Jacquard machine*. Philadelphia: E.A. Possett, pp. 129. [visited December 1st, 2019]. Available at: https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/books/pea_jacq_2.pdf.
- STAFF, I.C.S., 1905. *Jacquards*. International Textbook Co., pp. 127. [visited December 1st, 2019]. Available at: <https://www2.cs.arizona.edu/patterns/weaving/monographs/ics498.pdf>.
- VASARI, G., 2015. *Le Vite de’ più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a’ tempi nostri. Nell’edizione per i tipi di Lorenzo Torrentino, Firenze 1550*. Torino: Einaudi, pp. 1112.

Figura 21
Valori di riga e colonna del carattere “M” e Dot Matrix Display che mostra il carattere corrispondente “M”.
<https://wiki.eprolabs.com/images/0/0b/Rc.jpg>.

Figura 22
Immagine prodotta da uno schermo a LED. <https://www.mobileviewscreens.com/wp-content/uploads/2017/01/Mobile-LED-Screens-with-high-resolution-technology.png>.