

**[e-Textiles]**

a cura di Antonio Tresca

## Electro\_textiles

### Intro

L'invenzione del telaio tessile "Jacquard" (1801) fu il primo esempio di produzione programmabile. Attraverso una scheda era possibile intrecciare i fili del tessuto seguendo le caratteristiche del disegno contenuto nella scheda, e in qualsiasi fase i nodi tra i fili potevano avere due soli stati possibili: un diritto ed un rovescio, secondo uno schema di elaborazione binaria di informazioni. Infatti il processo produttivo del telaio Jacquard ispirò C. Babbage nella realizzazione del suo "analytical engine" tanto che *"il cervellone di Babbage adorna le informazioni di pattern algebrici esattamente allo stesso modo in cui il telaio Jacquard tesse fiori e foglie su di un tessuto neutro"*. Le coincidenze tra il mondo del computing e il tessile continuano anche in tempi più recenti: infatti la Intel lanciò una campagna pubblicitaria in cui era rappresentato un tessuto fatto di microchip mentre usciva da un telaio a mano. Il payoff di quella campagna infatti diceva che la realizzazione di un microchip è l'incontro di arte e scienza, esattamente quello che accade nella produzione tessile con l'incontro tra design e produzione. Oggi la convergenza tra tessuti è all'ordine del giorno grazie ad un filone di ricerca abbastanza recente: quello sugli electronic textiles (e-Textiles). Si tratta di un filone di ricerca che riunisce esperti in information technology, microsistemi, materiali innovativi ed esperti del settore tessile. L'obiettivo della ricerca è di sviluppare le tecnologie in grado di garantire la produzione economica di sistemi informativi flessibili, portabili, customizzabili residenti nella trama del tessuto di un normale capo di abbigliamento. Le sinergie possibili tra computer e settore tessile possono essere intese alla luce di tre considerazioni chiave:

- **Aggiungere una dimensione**

L'utilizzo di vestiti ha da sempre avuto per l'uomo due funzioni: quella di proteggere il corpo e quella estetica. Se l'intelligenza venisse integrata o aggiunta alle due dimensioni precedenti un vestito si trasformerebbe in una infrastruttura informativa "portatile".

- **Le tre A: Anytime, Anyplace, by Anyone**

Usando i vestiti come interfaccia, un sistema ben progettato potrebbe facilitare l'accesso ad informazioni secondo lo schema delle tre A: Anytime, Anyplace, by Anyone. In questo un abito è ideale in quanto è se indossato è l'unico elemento in grado di seguire l'utente in maniera non intrusiva, in una naturale armonia con il corpo umano.

- **Convergenza**

I consumatori sempre più richiedono connettività, interattività, facilità d'uso ed un'interfaccia il più possibile naturale. Il tessuto sembra perfetto per questi scopi. Un tessuto è per definizione pervasivo, lo trovi ovunque: nei sedili di un'auto, in treno, nell'arredamento di casa, nei vestiti. Un abito è un'interfaccia naturale ed universale (chi non sa usare un paio di pantaloni?). diviene perciò critico riuscire ad integrare tecnologia nel tessuto in un contesto di pervasive/invisibile computing.

## Una definizione di e-textiles

Gli e-Textiles sono "living design" (Marculescu, 2003) e consistono in un sistema informativo incorporato nella trama di un normale tessuto utilizzabile per capi di abbigliamento, per interni di mezzi di trasporto, per arredamenti di casa, nel settore medico, militare, ecc. Le caratteristiche del tessuto intelligente sono:

- low cost (produzione su larga scala)
- in grado di condurre l'elettricità necessaria al funzionamento del sistema
- con componenti semplici ed interconnessi in una rete con vari sensori che fungono da nodi
- in grado di tollerare errori di sistema o il malfunzionamento di alcuni nodi della rete senza disabilitare il tutto
- durabile nel tempo
- lavabile in lavatrice
- tollerabile per il corpo umano senza ripercussioni negative
- vestibile: senza alterare il look and feel di un normale tessuto di qualità.

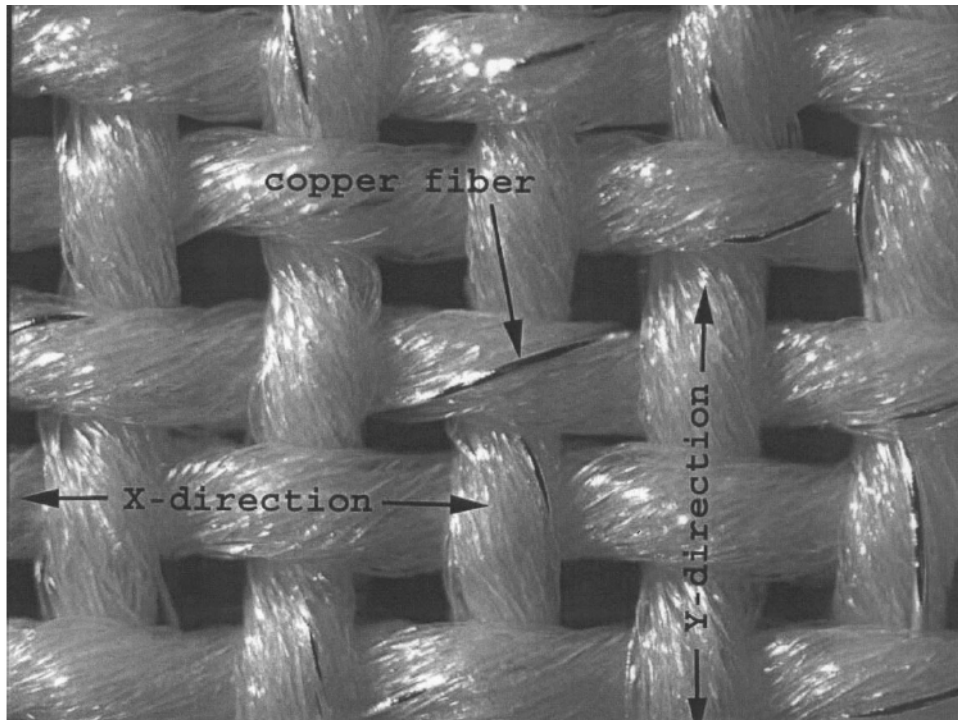
in quest'ottica "*The fabric is the computer*" (Marculescu, 2003). Inoltre proprio per il fatto di dover integrare circuiti ed altri sistemi nella trama di un normale tessuto è possibile che un nuovo paradigma sia necessario nel design dei capi intelligenti.

**Cliff Randall** dell'Università di Bristol vede grandi opportunità per i produttori tessili che sapranno integrare sensori e tipologie di display nei loro prodotti, permettendo a consumatori di interagire efficacemente con computer "indossabili" (wearables). Il tema di questa convergenza tra tessuti e tecnologia è reso all'ordine del giorno dalla sempre crescente presenza di strumenti progettati per essere portabili, come PDA, MP3, iPod, cellulari e videofonini, ecc. inoltre la dimensione di questi giocattolini moderni è incredibilmente diminuita negli ultimi 10 anni. A questo aggiungiamo che le dimensioni di sensori e microchip sono ormai prossime a quelle di un granello di sabbia.

Oggi anche i produttori di moda sentono l'esigenza di assecondare applicazioni tecnologiche nei loro prodotti. Allora tasche progettate appositamente sono state introdotte in giacche, giubbotti e pantaloni. Aziende come **Levis** e **Philips** hanno introdotto un sistema di controllo per gestire cellulari e audio comandi del lettore MP3 in una linea speciale di outdoor clothing. La domanda di "smart clothes" crescerà man mano che applicazioni mobile saranno sviluppate. Gli utilizzi pratici che gli e-Textiles potranno avere vanno al di là della comunicazione (mobile email, ascolto musica, ebooks, agenda elettronica, ecc.). In un futuro ormai prossimo computer indossabili saranno in grado di imparare le abitudini quotidiane dell'utente ed anticiparne i bisogni

## Silk organza

La principale tecnologia per realizzare smart clothes secondo le ricerche al MIT Media Lab parte dall'utilizzo di un tessuto composito chiamato Silk Organza e composto da 50% seta e 50% lamina di rame. Cotone, poliestere, rayon non hanno infatti le necessarie proprietà per trasportare corrente elettrica necessaria per i vestiti digitali. La silk organza è un tessuto speciale ideale per sistemi wearable perché è fatta di due fibre intrecciate tra loro. La prima fibra è un normalissimo filo di seta, la seconda fibra è un altro filo di seta avvolto in una sottilissima lamina di rame con proprietà isolanti, conduttrice di elettricità e particolarmente adatta ad attivare circuiti a voltaggio molto basso. Gli stessi scienziati hanno stimato che le applicazioni per essere sicure per il corpo umano devono poter supportare un voltaggio compreso tra i 20 ed i 50 v. Anche l'uso del nylon è ritenuto potenzialmente valido specie se accoppiato ad una lamina di acciaio. Inoltre l'uso delle lamine di rame o acciaio è compatibile con una produzione ad alte temperature. Alla fibra conduttiva vengono aggiunti dei sensori che fungono da nodi del sistema informativo personale che comunicano tra loro attraverso le proprietà della fibra utilizzata.



esempio di tessuto intrecciato con fibre di rame

#### Modalità di produzione

le modalità di produzione sono sostanzialmente due:

- attraverso la tecnica del ricamo
- intrecciando dei cavi conduttori nella trama del tessuto

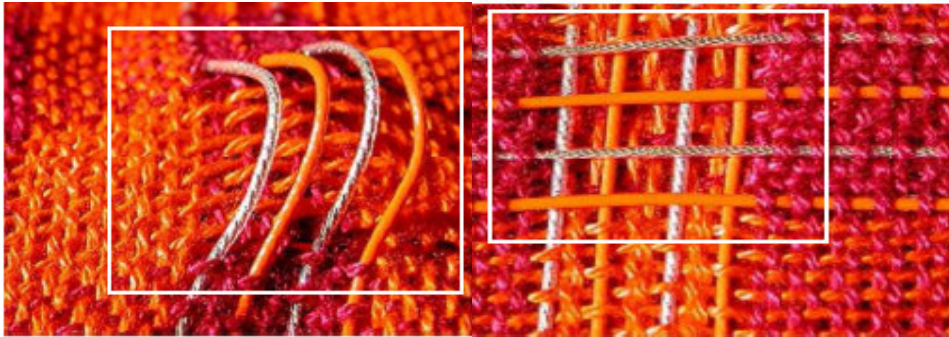
La tecnica del ricamo prevede che i circuiti siano integrati sotto forma di ricamo, seguendo un disegno prestabilito e gestito via computer. Tra l'altro questa modalità è possibile con i normali macchinari da ricamo, per esempio quelli della Brother, che da tempo ricamano sulla base di un disegno digitale memorizzato in un sistema di produzione computerizzato. Per questa tecnica la silk organza si è dimostrata adatta, anche se la sua elevata resistenza crea qualche problema alle funzionalità di trasmissione dati (per esempio via Bluetooth). Inoltre la tecnica del ricamo è considerata abbastanza costosa nel settore tessile.

Un'alternativa più economica è quella di integrare microcavi conduttivi direttamente nella tessitura del tessuto di base. Questa tecnica ha il pregio di fornire il prodotto finito lavorando solo sul telaio da tessitura, senza ulteriori lavorazioni come per il ricamo. In questo caso cavi in acciaio inossidabile come quelli prodotti dalla Bekintex sarebbero con successo integrati nella trama. Con la tecnica della tessitura sono possibili due differenti opzioni di lavorazione:

- una lavorazione basata su strati multipli (multiple layer): consiste nell'ottenere un tessuto composto di più strati,

uno non isolante conduttivo compreso da uno o più strati isolanti, collegati tra loro da sensori o altri meccanismi che fungano da nodi trasmissivi o da “interruttori” per le varie funzionalità.

- Una lavorazione basata su un unico strato, dove una sola delle direzioni del filo, trama o ordito, è isolante. Questo pone dei problemi in corrispondenza delle connessioni elettriche dal momento che nel punto di connessione la parte isolante deve essere rimossa. D'altro canto quest'ultima tecnica è più economica e facilmente realizzabile delle altre.



## Contesti applicativi

Per comprendere i possibili contesti applicativi si potrebbe partire da un dato di fatto, e cioè che in futuro sempre più i computer saranno progettati per sapere non solo chi siamo, ma anche dove siamo e come ci sentiamo. Partendo da questa prospettiva ci accorgiamo che sempre più sistemi contengono un'antenna GPS, le troviamo ormai in auto, in treno, nei cellulari, dappertutto. Anche palmari, cellulari e fotocamere digitali sono altri esempi di device tecnologici di uso ormai molto comune. A questo proposito ci si aspetta che gli accessori computerizzati ed i sensori necessari per azionarli e governarli siano integrati nei vestiti associati a particolari attività. Ad esempio:

1. un completo da running in grado di monitorare e registrare il battito cardiaco, il livello di attività del cuore ed il luogo in cui ci si trova;
2. un abito da lavoro con cellulare integrato nella fodera interna e con display PDA integrato sulla manica della giacca;

i vestiti dovranno supportare la tecnologia in molti modi diversi, sia con tasche speciali che con tessuti fatti con fibre elettricamente conduttive come la “silk organza”. Ci sono 3 caratteristiche dei vestiti che possono aiutarci a comprendere possibili applicazioni per gli smart clothes:

1. la prossimità dei vestiti alle mani, ideale per progettare pannelli di controllo;

2. la vestibilità e l'aderenza al corpo per monitorare i movimenti e l'attività del corpo umano
3. la visibilità dei vestiti, tale da considerarli dei veri e propri display visivi.

Passiamo in rassegna ciascuna di queste caratteristiche:

### **1. Prossimità alle mani per pannelli input**

È quello che per un normale PC è la tastiera, ovvero la superficie che consente di dare input ad un sistema. Ovviamente immaginare qualcosa di simile ad una tastiera tradizionale non è fattibile, ed anche l'input tramite riconoscimento vocale appare ancora problematico e comunque non consigliabile in contesti rumorosi come strade e luoghi trafficati. Ed anche se avessimo raggiunto un perfetto riconoscimento vocale, le persone forse vorrebbero sistemi un po' più discreti. La soluzione ideale sembra essere in tessuti che contengono dei sensori che danno input esercitando una pressione più o meno marcata sull'area sensibile, esattamente come un touch pad. In Nuova Zelanda è stato creato un prodotto chiamato "Softswitch", un'interfaccia elettronica che integra le funzionalità di una tastiera in un tessuto, senza comprometterne il look and feel e la vestibilità. Uno degli esempi di pannelli input più famosi è comunque la tastiera di tessuto realizzata dalla Eleksen con la tecnologia Elektex.

### **2. Aderenza al corpo per monitoraggio attività**

Un'importante proprietà di applicazioni di questo genere sta nell'assicurare che il sistema indossato avvisi l'utente al momento giusto. L'abilità di monitorare l'attività dell'utente ha suggerito applicazioni nel settore della medicina, per il monitoraggio delle funzioni vitali nei pazienti a rischio, e nel settore medico sportivo per studiare i movimenti del corpo umano e dei muscoli. Anche in questi casi l'applicazione della tecnologia dei sensori e del tessuto accoppiato a fibre conduttrici viene utilizzata dalla Eleksen Ltd in Inghilterra e dalla Sensatex in USA.

### **3. Vestiti come display**

Nelle ricerche e in talune applicazioni elaborate ad esempio da scienziati del MIT di Boston i display sono montati sulla testa, o su supporti a mano. Nessuna di queste applicazioni soddisfa per il futuro. Per esempio, appare difficile convincere persone ad andare in giro con una specie di occhiali da sole in stile cyborg. A questo si aggiunga il parere di alcuni esperti, secondo cui tali supporti interferirebbero nei rapporti interpersonali. Una soluzione potrebbe essere un display integrato sulle maniche, eliminerebbe il problema di avere il display troppo vicino agli occhi cancellando le possibilità di effetti fisici indesiderabili. Ma un'ulteriore applicazione, per esempio vicina al settore della moda, potrebbe essere quella di considerare l'intera superficie visibile di un capo come un display. La Dupont e Cambridge Display Technology stanno sperimentando un display flessibile ed ultraleggero fatto di polimeri conduttori ad emissione di luce in grado di rimpiazzare il

giornale. Immaginate che sia possibile scaricare dal web il giornale e leggerlo su questo supporto del tutto simile al giornale odierno. La stessa tecnologia potrebbe essere integrata con tessuti producendo capi con aree che fungono da display. L'attitudine dei tessuti ad essere utilizzati come display ha molteplici utilizzi non solo per chi l'indossa ma anche per gli altri: immagina nel campo della moda una t-shirt che cambia colore a seconda della temperatura corporea o dell'umore di chi l'indossa, o ancora capi per i quali sia possibile cambiare il colore o il disegno proposto come decorazione, magari scaricando immagini dal web o disegnando proprie decorazioni trasmettendole al sistema che li riproduce sul capo. Non è difficile immaginare l'invio e lo scambio di ogni genere di immagine, slogan, logo come vera e propria forma di design accessibile e di facile diffusione come avviene oggi per lo scambio di suonerie del cellulare.

## **Alcuni casi di studio**

### la "Cyberjacket" del Bristol Wearable Computing Project

Il Bristol Wearable Computing Project, un gruppo di lavoro organizzato dall'Università di Bristol e da HP Reserach Labs Europe, ha elaborato la "Cyberjacket" che supporta una piattaforma per testare applicazioni wearable. All'esterno la "Cyberjacket" è un normale giubbotto con un design quasi da motociclista, ma all'interno, nel tessuto, contiene una rete computerizzata che lega tra loro un certo numero di sensori di contesto come ricevitore GPS, sensori di posizionamento ad ultrasuoni, un accelerometro elettronico. Il quadro dei comandi (user interface) include un sistema audio playback ed uno a riconoscimento vocale. Si è sviluppato un sistema che via GPS monitora la località in cui chi indossa il giubbotto si trova; attraverso l'accelerometro è possibile inoltre monitorare che tipo di attività sta facendo. Sempre in dotazione a questa "Cyberjacket" c'è una guida turistica in cui i siti interessanti sono riportati sotto forma di coordinate cartografiche in modo che quando chi indossa la giacca dovesse avvicinarsi ad uno di questi il sistema audio effettua un annuncio che dà informazioni ed introduce l'utente ad una visita guidata, come un audiotour. Un'altra applicazione che sfrutta i sensori di prossimità è la seguente: in prossimità di un negozio, tramite un link wireless ai sensori presenti nella cyberjacket, si è in grado di trasmettere la lista della spesa al database del negozio. Se un negozio ha uno o più degli articoli presenti nella lista della spesa inviata l'utente è avvisato con una lista degli articoli disponibili ed i relativi prezzi. Il passo successivo consiste nell'integrare il servizio fornendo più informazioni sul prodotto al solo avvicinarsi dell'utente alla vetrina del negozio stesso, magari rendendo possibile il pagamento stesso in automatico semplicemente attraversando l'uscio del negozio. Ancora ogni negozio potrà interagire inviando offerte speciali, magari dirette se è in grado di riconoscere l'utente. L'obiettivo è rendere disponibili e facilmente utilizzabili un sacco di informazioni

riguardanti la vita di tutti i giorni, dalla spesa a come orientarsi in città a sapere dove si trova il ristorante vegetariano più vicino

### La Georgia Tech Wearable Motherboard

La progettazione e la realizzazione della Georgia Tech Wearable Motherboard ha significato un grande passo avanti nel segno del concetto "the fabric is the computer". Partito nell'ottobre 1996 il progetto era sponsorizzato dall'esercito USA e consisteva nella realizzazione di una *smart shirt* contenente fibre ottiche e speciali sensori in grado di monitorare le funzioni vitali di soldati in caso di guerra. Con il passare del tempo la ricerca si è estesa ai possibili utilizzi civili della *smart shirt*, legati alla possibilità di comunicare via Bluetooth. Il sistema creato ha comunque una logica innovativa nel senso che la t shirt è a tutti gli effetti una piattaforma (come una scheda madre, da qui il nome di motherboard) a cui si possono aggiungere nuovi sensori e quindi nuove funzionalità in modalità plug and play. Le funzionalità della wearable motherboard includono il monitoraggio della pressione, elettrocardiogramma, sensore in grado di segnalare gas dannosi, un modulo di comunicazione wireless in grado di inviare dati ed informazioni ad altri PC, PDA o condividerli direttamente via internet. Grazie a queste funzionalità la wearable motherboard è il primo sistema e-textile in grado di monitorare le funzioni vitali dell'utente e allo stesso tempo essere un'infrastruttura flessibile di comunicazione.

## Bibliografia

**Cliff Randell, Textile tools for wearable computing**, Bristol University, 2001

**Diana Marculescu, Electronic textiles: a platform for pervasive computing**, in Proceedings of the IEEE, vol. 91, n 12, Dic. 2003

**Z. Nakad, M. Jones, T. Martin, Communications in electronic textile systems**, Virginia Tech, 2003.

**Zahi Nakad, Architectures for e-Textiles**, Virginia Tech, Dic. 2003