



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102011901942809
Data Deposito	06/05/2011
Data Pubblicazione	06/11/2012

Classifiche IPC

Titolo

METODO PER LA CODIFICA E/O DECODIFICA MULTILIVELLO DI DATI.

"METODO PER LA CODIFICA E/O DECODIFICA MULTILIVELLO DI DATI"

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un metodo di codifica e di decodifica di dati, in
5 particolare per la realizzazione di codici grafici, in particolare codici a barre, ad
esempio di tipo bidimensionale.

Esistono molti tipi di codici a barre bidimensionali e, tra questi, i più utilizzati sono:

- codici a barre bidimensionali Stackable come ad esempio i PDF417;
- codici a barre bidimensionali a matrice come ad esempio i Datamatrix ed i QR-
10 Code.

In particolare i Datamatrix ed i QR-Code hanno caratteristiche di capienza e
codifiche molto simili ed attualmente sono quanto di più efficiente per capienza dati e
robustezza si possa trovare allo stato della tecnica.

Le rispettive codifiche sono rilasciate gratuitamente e sono definite e pubblicate
15 come standard ISO.

Ambedue hanno un limite dovuto alla loro capacità di contenere dati, capacità
limitata soprattutto dalla codifica dei dati in elementi da stampare in bianco e nero.

Nel corso degli anni, ci sono stati dei tentativi per superare questo limite, ma
nessuno di questi tentativi è riuscito a superare i problemi dovuti alla non uniforme
20 qualità e fedeltà dei colori delle stampanti e dei lettori degli scanner, necessari
rispettivamente per la codifica e decodifica dei codici a barre.

Pertanto, lo scopo della presente invenzione è quello di risolvere i problemi lasciati
ancora aperti dalla tecnica nota e ciò è ottenuto attraverso un metodo di codifica
multilivello come definito nella rivendicazione n. 1.

25 Ulteriore oggetto della presente invenzione è un codice a barre come definito nella
rivendicazione 8.

Ancora ulteriore oggetto della presente invenzione è un metodo di decodifica come definito nella rivendicazione n. 10.

Ulteriori caratteristiche del dispositivo dell'invenzione in oggetto sono definite nelle corrispondenti rivendicazioni dipendenti.

5 La presente invenzione, superando i problemi della tecnica nota, comporta numerosi ed evidenti vantaggi.

In particolare, la presente invenzione permette di realizzare codici a barre bidimensionali di tipo multistrato, che chiameremo L.Code (Layered Code). Tra i tanti vantaggi, ciò costituisce una soluzione al problema della fedeltà di stampa delle
10 stampanti Laser ed Ink-Jet, introducendo un sistema che, grazie ad una palette di colori interna al codice a barre stesso, permette l'allineamento del colore per una corretta interpretazione, indipendente dalla fedeltà colore della stampante (fase di stampa) e dalla qualità dello scanner utilizzato (fase di decodifica).

Inoltre è importante sottolineare che con il codice L.Code viene preservata la
15 struttura matriciale di qualsiasi codice a barre bidimensionale, mantenendo invariata la struttura ISO utilizzata per il riconoscimento e puntamento del codice utilizzato, qualsiasi esso sia.

Questi ed altri vantaggi, assieme alle caratteristiche ed alle modalità di impiego della presente invenzione, risulteranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata
20 di sue forme di realizzazione preferite, presentate a scopo esemplificativo e non limitativo, facendo riferimento alle figure dei disegni allegati, in cui:

- la figura 1 è la rappresentazione di un QR-code di tipo noto;
- le figure 2A e 2B illustrano un esempio di elementi primari ed elementi secondari;
- 25 - la figura 3 rappresenta una tabella di associazione di valori numerici agli elementi primari e/o secondari;

- le figure 4A e 4B raffigurano due riproduzioni dei due passi di codifica di un metodo secondo la presente invenzione;
- la figura 5 mostra alcune possibilità per la memorizzazione dei dati; e
- la figura 6 mostra un codice a barre bidimensionale prodotto secondo la presente invenzione.

La presente invenzione sarà nel seguito descritta nel dettaglio facendo riferimento alle figure suindicate.

Nella presente descrizione, i termini che seguono saranno utilizzati con il significato di seguito definito.

10 **Primi e secondi dati:** I dati da codificare verranno suddivisi, ai fini della presente invenzione, in due blocchi distinguibili (primi dati e secondi dati). Questo perché, come si vedrà, i dati vengono codificati a diversi livelli. Perciò, per chiarezza, ad ogni livello di codifica viene fatto corrispondere un diverso blocco di dati. E' inoltre da intendersi che, qualora i livelli di codifica fossero più di due, altrettanti blocchi di dati dovrebbero
15 essere previsti.

Elemento primario: Qualsiasi cosa utilizzabile per codificare dati, quindi valori numerici, caratteri, colori, simboli, trame, ecc.

Elemento secondario: Qualsiasi cosa utilizzabile per codificare dati, quindi valori numerici, caratteri, colori, simboli, trame, ecc.

20 **Dot:** E' un punto elementare di un codice grafico, che rappresenta uno degli elementi di codifica.

ECC: Acronimo di Error Correction Code. E' un sistema utile per recuperare eventuali errori contenuti nell'informazione memorizzata tramite dei meccanismi capaci di correggere l'errore riscontrato. Questo è possibile registrando informazioni
25 aggiuntive che occupano spazio ma permettono di recuperare errori nell'intera rappresentazione dei dati.

Soglia: E' un valore predefinito utilizzabile per discriminare tra più elementi, ad esempio una soglia di grigio per discriminare tra diverse tonalità di grigio oppure tra bianco e nero.

Tabella di soglia: E' una tabella di conversione che permette di dare il giusto peso
5 alle tonalità di colore identificate come bianco o nero.

Stream: flusso di dati.

In generale, l'obiettivo della presente invenzione è quello di fornire un metodo di codifica, in particolare per la realizzazione di codici grafici, ad esempio di tipo bidimensionali.

10 Nel seguito della presente descrizione, si continuerà a far riferimento ad un codice a barre bidimensionale di tipo QR-code. E' tuttavia da intendersi che la presente invenzione potrà essere vantaggiosamente applicata ogni volta che le esigenze suggeriscono l'opportunità di codificare i dati secondo il metodo previsto, per ottenerne i vantaggi descritti. Ciò sarà possibile per la realizzazione di altri tipi di codici, ma
15 anche per applicazioni diverse, ovunque ci sia l'esigenza di memorizzare dati codificati.

Per chiarezza, si darà una breve descrizione delle principali caratteristiche di un QR-code di tipo noto, a cui fa riferimento la figura 1.

Ogni codice a barre bidimensionale ha dei puntatori (tecnicamente, per un QR-code, vengono definiti come Position Detection Patterns) che ne permettono
20 l'individuazione all'interno della pagina, per la successiva decodifica del contenuto.

In particolare un QR-code prevede delle porzioni dedicate ad alcuni pattern utilizzati l'identificazione della posizione del codice, del suo allineamento, del timing.

Altre regioni, sempre evidenziate in figura 1, sono dedicate alla memorizzazione di informazioni proprie del codice (versione, formato o altro). Infine una porzione del
25 codice è dedicata alla memorizzazione dei dati (sia utili che per la correzione degli errori).

I codici a barre bidimensionali normalmente utilizzano il dot (punto o insieme di punti che formano un quadratino o modulo, che è l'unità elementare in grado di portare l'informazione) come modo per trasportare l'informazione e, a seconda che il dot stesso sia più o meno luminoso e quindi bianco o nero, la componente di decodifica lo
5 estrae come contenuto informativo in bit, quindi come codice numerico binario, 0 oppure 1. Nei codici a barre tradizionali la componente cromatica non viene presa in considerazione.

Secondo la presente invenzione, viene utilizzato un innovativo metodo di codifica multilivello di dati.

10 In particolare, secondo il presente metodo di codifica, deve innanzitutto essere definito un insieme di almeno tre elementi di codifica primari tra loro distinguibili.

Tali elementi primari sono quindi raggruppati in almeno due sottoinsiemi disgiunti e, a ciascuno di tali sottoinsiemi viene associato un corrispondente elemento di codifica secondario. Naturalmente, anche gli elementi secondari dovranno essere tra loro
15 distinguibili.

Quindi, secondo la presente invenzione, viene eseguita una prima codifica di primi dati in un primo livello di codifica. Tale prima codifica farà uso degli elementi secondari, utilizzando appunto tali elementi secondari per codificare i primi dati.

Successivamente, viene eseguita una seconda codifica di secondi dati in un secondo
20 livello di codifica. Per tale seconda codifica, si farà uso, per ciascuno degli elementi secondari già utilizzati nella prima codifica, degli elementi primari appartenenti al corrispondente sottoinsieme.

Naturalmente, la scelta del tipo di elementi primari e secondari, e del tipo di codifica applicata, prescinde in maniera assoluta dal principio che sta alla base della presente
25 invenzione.

A titolo puramente esemplificativo, come già detto, si continuerà a descrivere la metodologia di codifica, con particolare riferimento alla realizzazione di un codice grafico.

Per questo, gli elementi primari e secondari, potranno essere identificati come colori.

5 In maniera del tutto esemplificativa, il tipo di codifica scelto può essere tale che preveda l'associazione di rispettivi valori numerici a ciascuno degli elementi primari e secondari, in particolare a ciascun colore, detti valori numerici essendo rappresentabili in un sistema numerico binario.

Preferibilmente, il raggruppamento dei colori primari in due o più sottoinsiemi è
10 eseguito riportando detti colori primari in tonalità di grigio. Determinando uno o più valori di soglia di grigio, si potrà quindi definire per ogni colore primario, il sottoinsieme di appartenenza in base all'appartenenza della sua trasformazione in tonalità di grigio ad uno degli intervalli definiti da dette soglie di grigio.

Le figure 2A e 2B illustrano, un esempio di definizione dei suindicati elementi primari e
15 secondari, dei relativi sottoinsiemi e della codifica dei dati, in particolare nel caso di uso di colori e codifica binaria.

In particolare, viene definito un insieme di otto colori primari. Nella figura, necessariamente in bianco e nero, i colori sono sostituiti dal loro nome.

Gli otto colori primari di figura 2A, sono raggruppati in due sottoinsiemi, a ciascuno dei
20 quali è associato un colore secondario, in questo caso il bianco ed il nero, come mostrato in figura 2B.

Infatti, si possono raggruppare i colori primari in sottoinsiemi, le cui tonalità possono essere interpretate diversamente se riportate in tonalità di grigio. Pertanto, viene individuata una tabella di soglia che consentirà di suddividere il codice in due
25 sottoinsiemi.

Verrà quindi associato il colore secondario bianco a tutti i colori primari la cui trasformazione in tonalità di grigio è al di sotto 51% ed il colore secondario nero a tutti i colori primari la cui trasformazione in tonalità di grigio è al di sopra 51%.

Pertanto, all'utilizzo dei colori primari, si aggiunge un livello di reinterpretazione dei colori stessi in bianco e nero, suddividendo di fatto la codifica in due livelli distinti.

La rappresentazione a colori dei dati è effettuata, nel caso esposto nelle figure sopracitate, identificando ogni dot con due bit ed inserendo un ulteriore bit per identificare la parte di codice bianco o nero che abbiamo individuato inserendo la soglia relativa alla scala di grigi, per un totale di 3 bit ogni dot (Figura 3).

10 A questo punto, tale metodo di codifica può essere vantaggiosamente utilizzato per la realizzazione di un codice grafico, in particolare un codice a barre bidimensionale policromatico.

L'insieme dei dati da codificare nel codice, sono quindi suddivisi su due livelli di codifica, una prima codifica basata sui colori secondari (bianco e nero nell'esempio) ed
15 una seconda codifica di secondi dati basata sui colori primari (gli otto colori di partenza).

Naturalmente, le due codifiche sono tra loro legate dalla funzione di raggruppamento e di associazione dei colori secondari ai sottoinsiemi di colori primari.

Le figure 4A e 4B mostrano, a titolo esemplificativo, il risultato dei due passi di codifica
20 del metodo secondo la presente invenzione.

E' evidente che, il risultato finale, sarà l'esito della seconda codifica, basata sui colori primari, di figura 4A. Infatti questa sarà sufficiente, come sarà chiaro nel seguito, per decodificare anche i primi dati codificati sulla base dei colori secondari (fig. 4B).

Ciò è possibile interpretando i colori primari sulla base della tabella di soglia definita in
25 fase di codifica.

Questa modalità permette una separazione vera a propria dei dati (in primi e secondi dati) e permette diverse tipologie di codifica, ad esempio:

Soluzione a due livelli con rispettivi dati indipendenti:

Questa soluzione permette di separare il contenuto dati su due livelli completamente separati e distinti. Il primo a colori, più capiente, ed il secondo in B/N, meno capiente.

Ciò consente la stampa sia con stampanti a colori (ink jet, laser o led), sia con stampanti in bianco e nero.

E' importante sottolineare che con l'utilizzo di questa modalità si aumenta la fruibilità della tecnologia che, nel caso dei codici a barre a colori, non consentirebbe la stampa ai possessori di stampanti in bianco e nero.

Altresi, è possibile suddividere la fruibilità della parte riguardante la decodifica del codice in Bianco e Nero in ulteriori due tipologie:

- I. Modalità che prevede la compatibilità a QR Code in B/N e quindi possibilità di lettura con qualsiasi software di decodifica;
- II. Modalità proprietaria che non prevede una compatibilità con i QR Code in B/N e quindi necessita dello sviluppo di software di decodifica proprietario.

Soluzione a 2 livelli con dati in "Cluster":

In questo caso viene utilizzata la sommatoria dei dati estratti dai due livelli (3 bit). Questa modalità permette di inserire un solo stream, migliorando la robustezza del codice stesso.

Questa soluzione può essere utilizzata secondo diverse modalità di utilizzo, ad esempio illustrate in figura 5.

SOMMA DIRETTA DEI LIVELLI: il totale dei dati rappresentati è ottenuto dalla somma diretta tra i dati contenuti nel livello a colori e quelli contenuti nel livello bianco/nero.

Questa modalità consente di rappresentare nominalmente la stessa quantità di dati rappresentata in un codice a colori a tre bit (otto colori), ma il vantaggio sta nel fatto

che, oltre al meccanismo di Error Correction nativa del livello a colori e di quello bitonale, la parte di dati contenuta nel livello bianco/nero ha un grado di robustezza intrinsecamente più elevato, aumentando così la probabilità di ricostruzione del dato totale.

5 DATI + ECC: questa modalità consente di rappresentare la totalità dei dati nel livello colore, demandando al livello bianco/nero la totalità dei dati di Error Correction. In questo modo la robustezza aumenterebbe grazie alla rappresentazione bitonale del livello contenente l'Error Correction Code.

DATI-ECC + ECC-DATI: questa modalità consente di rappresentare nel livello a colori
10 le informazioni e i dati di Error Correction, mentre nel livello bianco/nero un grado di Error Correction dell'ECC contenuto nel livello a colori, ed una serie di informazioni secondarie (potenzialmente di recovery). Questo meccanismo consente un elevato irrobustimento del meccanismo di correzione dell'errore, nonché la possibilità di utilizzare un meccanismo di fallback delle informazioni garantito dalla presenza delle
15 informazioni secondarie.

Soluzione a due livelli, uno contenente dati (colore) ed uno estetico (B/N): I livello a colori contiene i dati utili (due bit) il livello in B/N può essere disposto per raffigurare loghi, lettere o qualsiasi immagine si possa rappresentare.

Un'ulteriore particolarità del metodo di codifica secondo la presente invenzione è
20 quella di prevedere, in detto codice a barre, una porzione di calibrazione comprendente la riproduzione dei colori primari e/o dei colori secondari.

La figura 6 mostra un esempio di codice grafico secondo la presente invenzione, comprendente tale porzione di calibrazione, o maschera colorimetrica.

Tale porzione di calibrazione ha la funzione di correggere le distorsioni cromatiche
25 introdotte nel processo di stampa e nella successiva scansione. Questo pattern può essere ad esempio replicato sui quattro lati di un codice a barre bidimensionale per

avere una robustezza maggiore e per avere un confronto tra gli stessi, prima di essere utilizzata per creare una tabella colorimetrica di riferimento, cioè per definire i colori primari e secondari.

E' evidente che, oltre che al metodo di codifica ed ad un codice realizzato secondo tale metodo, la presente invenzione si rivolge anche ad un corrispondente metodo di
5 decodifica di dati codificati come finora descritto.

Tale metodo di decodifica, comprende innanzitutto un passo di determinare, per ciascun elemento primario da decodificare, il corrispondente elemento secondario.

Quindi, è prevista l'esecuzione di una prima decodifica degli elementi secondari determinati, al fine di ottenere primi dati.
10

Questo già permette quindi di estrarre primi dati, quindi prime informazioni utili, da un codice realizzato come finora descritto. In particolare, nel caso si utilizzino colori come elementi primari e secondari, come nell'esempio prima illustrato, si estraggono le informazioni contenute nel "livello in b/n".

Vantaggiosamente, la decodifica può prevedere un passo di eseguire una seconda decodifica degli elementi primari, al fine di ottenere secondi dati.
15

Quindi, rimanendo sempre nell'esempio di otto colori primari e due colori secondari, tale seconda decodifica permette di estrarre ulteriori e diverse informazioni contenute nel "livello a colori".

Vantaggiosamente, il metodo di decodifica può prevedere un passo di acquisizione dell'insieme di colori primari e/o dei colori secondari.
20

Ciò, ad esempio è ottenuto leggendo la porzione di calibrazione (maschera colorimetrica) riprodotta nel codice grafico in fase di realizzazione.

Ciò permette di confrontare ogni dot estratto dalla regione di memorizzazione dei dati, con quelli della maschera colorimetrica di riferimento. Grazie alla maschera
25 colorimetrica di riferimento, se uno dei colori in fase di stampa viene rappresentato più

chiaro, più scuro oppure anche di un altro colore (ad esempio per difetti di stampa), questa differenza verrebbe automaticamente riallineata e decodificata in modo corretto. Utilizzando questa tecnica ci si può astrarre completamente dalla qualità e dalla fedeltà nella riproduzione dei colori sia da parte di stampanti che di scanner
5 utilizzati rispettivamente per la stampa o la scansione.

Quindi, il metodo di decodifica può prevedere l'associazione di rispettivi valori numerici a ciascuno degli elementi primari (colori primari) e secondari (colori secondari). Ad esempio tali valori numerici possono essere indicati in un sistema numerico binario e quindi rappresentare i primi ed i secondi dati estratti dal codice.

10 Da un punto di vista pratico, deve essere notato che il presente metodo di codifica/decodifica è compatibile con gli standard già esistenti per la realizzazione di codici a barre in bianco e nero.

In particolare, nel caso di realizzazioni di codici bidimensionali secondo la presente invenzione, si può mantenere ad esempio una struttura sostanzialmente identica a
15 quella di un QR-code, modificando solamente la modalità di memorizzazione dei dati.

E' da intendersi che, sebbene tutti gli esempi che sono stati illustrati prevedono l'utilizzo di otto colori primari e due colori secondari, quindi un solo valore di soglia di grigio (50%), la modalità può essere modificata aumentando la gamma di colori e di conseguenza aumentando le tonalità di grigio, questo permetterebbe di aumentare il
20 numero di livelli in cui la codifica è stratificata, di conseguenza il numero di bit per ogni dot, aumentando quindi la capacità di memorizzazione del dot stesso e quindi del codice nel suo complesso. Ad esempio, utilizzando sedici colori e tre soglie di grigio (25%, 50% e 75%) invece di tre bit per dot avremo a disposizione sei bit per dot, e così via.

25 E' altresì possibile cambiare il rapporto tra il numero dei colori ed il numero di tonalità, a seconda delle esigenze, utilizzando ad esempio sedici colori e due gruppi di tonalità.

La presente invenzione è stata fin qui descritta con riferimento a sue forme di realizzazione preferite. È da intendersi che possono esistere altre forme di realizzazione che afferiscono al medesimo nucleo inventivo, tutte rientranti nell'ambito di protezione delle rivendicazioni qui di seguito riportate.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di codifica multilivello di dati, comprendente i passi di:
- definire un insieme di almeno tre elementi primari tra loro distinguibili;
 - raggruppare detti almeno tre elementi primari in almeno due sottoinsiemi disgiunti ed associare a ciascuno di detti sottoinsiemi un corrispondente elemento secondario, detti elementi secondari essendo tra loro distinguibili;
 - eseguire una prima codifica di primi dati in un primo livello di codifica utilizzando detti elementi secondari; ed
 - eseguire una seconda codifica di secondi dati in un secondo livello di codifica utilizzando, per ciascuno degli elementi secondari utilizzati nella prima codifica, gli elementi primari appartenenti al corrispondente sottoinsieme.
2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detti elementi primari e detti elementi secondari sono colori, rispettivamente primari e secondari.
3. Metodo secondo la rivendicazione 2, in cui detto raggruppamento dei colori primari in due o più sottoinsiemi è eseguito riportando detti colori primari in tonalità di grigio e determinando uno o più valori di soglia di grigio, i colori primari la cui trasformazione in tonalità di grigio è compresa tra due di dette soglie di grigio rappresentando uno di detti sottoinsiemi.
4. Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre un passo di riprodurre detta seconda codifica per realizzare un codice grafico.

5. Metodo secondo la rivendicazione 4 quando dipendente dalla 2 o 3, in cui detto codice grafico è un codice a barre policromatico.

6. Metodo secondo la rivendicazione 5, comprendente inoltre un passo di fornire in
5 detto codice a barre, una porzione di calibrazione comprendente la riproduzione di detti colori primari e/o detti colori secondari.

7. Metodo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui dette prima e seconda
10 codifica prevedono l'associazione di rispettivi valori numerici a ciascuno di detti elementi primari e secondari, detti valori numerici essendo rappresentabili in un sistema numerico binario.

8. Codice a barre policromatico caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una
15 porzione di memorizzazione dati codificata con un metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6.

9. Codice a barre policromatico secondo la rivendicazione 8, bidimensionale.

10. Metodo per la decodifica di dati codificati secondo la rivendicazione 1,
20 comprendente i passi di:

- determinare, per ciascun elemento primario da decodificare, il corrispondente elemento secondario;
- eseguire una prima decodifica di detti elementi secondari determinati, ottenendo primi dati.

11. Metodo per la decodifica secondo la rivendicazione 10, comprendente inoltre un passo di eseguire una seconda decodifica di detti elementi primari, ottenendo secondi dati.

5 **12.** Metodo per la decodifica secondo la rivendicazione 10 o 11, in cui detti elementi primari e detti elementi secondari sono colori, rispettivamente primari e secondari.

13. Metodo per la decodifica secondo la rivendicazione 12, comprendente inoltre un passo di acquisire detto insieme di colori primari e/o detti colori secondari da un codice grafico comprendente una porzione di calibrazione, che riproduce detti colori primari
10 e/o detti colori secondari.

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui detto codice grafico è un codice a barre policromatico.

15

15. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 10 a 14, in cui dette prima e/o seconda decodifica prevedono l'associazione di rispettivi valori numerici a ciascuno di detti elementi primari e secondari, detti valori numerici essendo rappresentabili in un sistema numerico binario.

20

25

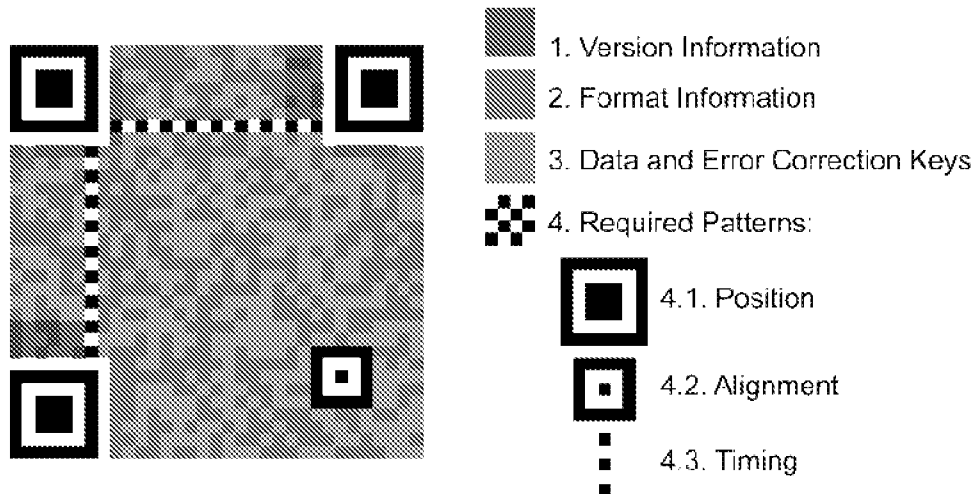


FIG. 1

Bianco	Giallo	Celeste	Verde	Rosso	Viola	Blu	Nero
0%	20%	35%	49%	52%	65%	80%	99%

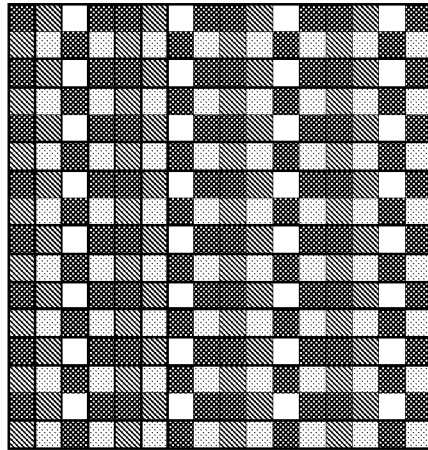
FIG. 2A

Bianco			Nero		
0%	↔	50%	51%	↔	100%

FIG. 2B

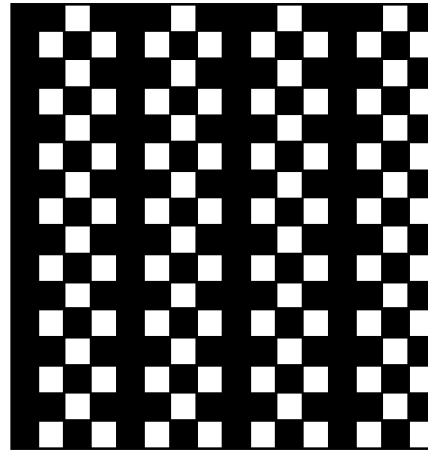
	bit colore		bit b/n
Bianco	0	0	0
Giallo	0	1	0
Celeste	1	0	0
Verde	1	1	0
Rosso	0	0	1
Viola	0	1	1
Blu	1	0	1
Nero	1	1	1

FIG. 3



livello "colori"

FIG. 4A



livello "bianco e nero"

FIG. 4B

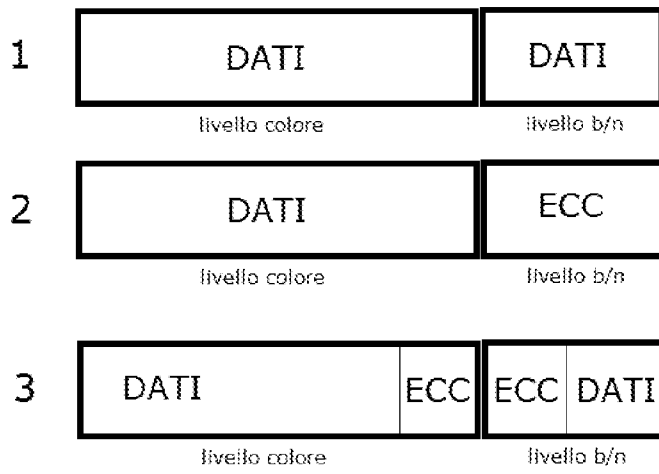


FIG. 5

Maschera Colorimetrica



Maschera Colorimetrica

FIG. 6