

Mapping e Big Data

Lezione 1

Mario Verdicchio

Università degli Studi di Bergamo

Anno Accademico 2022-2023

cs.unibg.it/verdicch/mbd.html

Partiamo dai fondamenti

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

“Digitale” deriva dal termine “digit” (cifra), che si riferisce ai segni che usiamo per esprimere i numeri.

“Digit”, a sua volta, deriva dal latino “digitus”, che significa dito.

La connessione è naturale: usiamo le dita per contare i numeri.

Digital <inserisci nome>

- Affinché un'entità sia digitale, tale entità deve essere descritta in termini di numeri
- Un'immagine digitale, ad esempio, è un'immagine descritta in termini di numeri
- Un'immagine digitale è una matrice di pixel
- La descrizione di un'immagine è la descrizione di ciascun pixel, in termini di posizione e colore

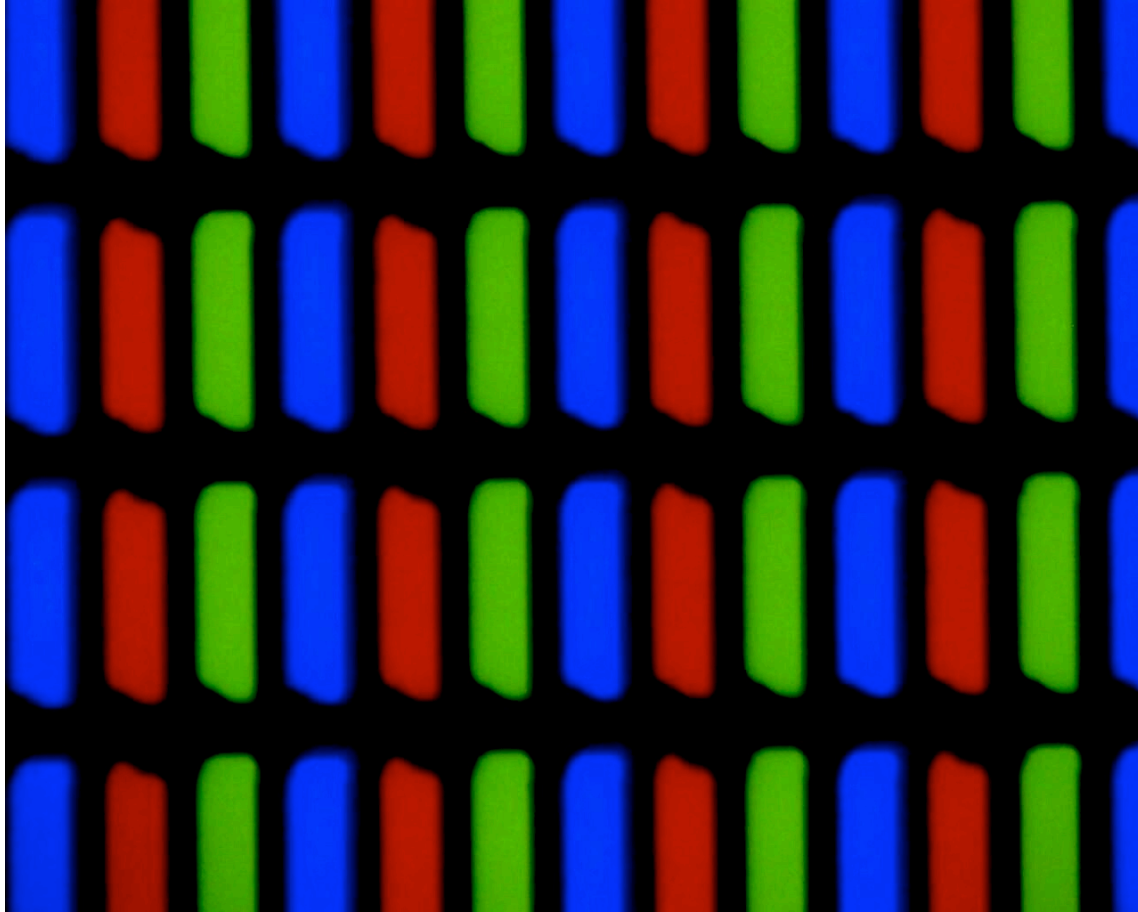
0 1 2 3

1
2
3

L'immagine può essere inserita in un sistema di coordinate, in modo che la posizione di ciascun pixel sia determinata da una coppia di numeri (x, y)

 (9,14)

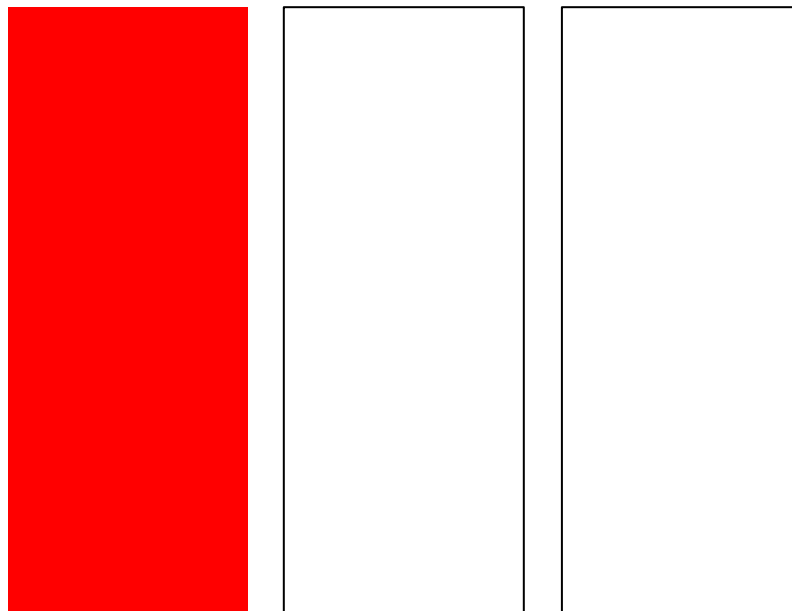
Un monitor, ingrandito 300 volte



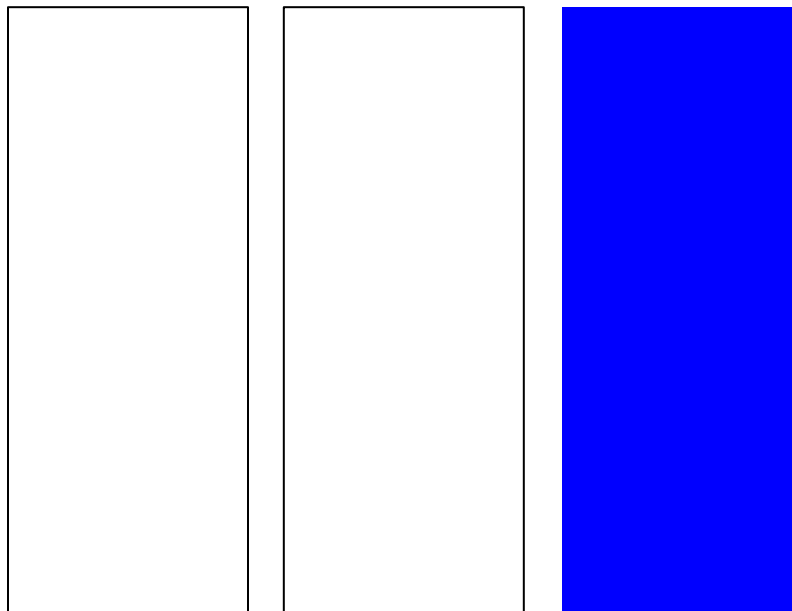
La fisica dei monitor

- I fisici hanno scoperto che tutta la luce colorata può essere suddivisa in tre componenti fondamentali: luce rossa, luce verde e luce blu
- I monitor sfruttano questo principio
- I monitor sono matrici rettangolari di terzine di LED (diodi emettitori di luce): uno rosso, uno verde, uno blu
- Calibrando la luminosità di ciascun LED in una tripletta, possiamo far emettere qualsiasi colore dello spettro

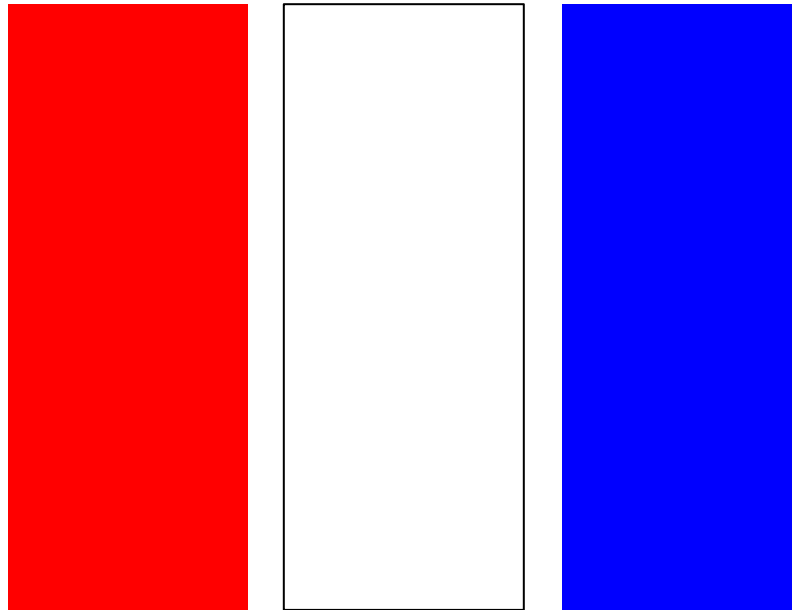
Rosso puro



Blu puro



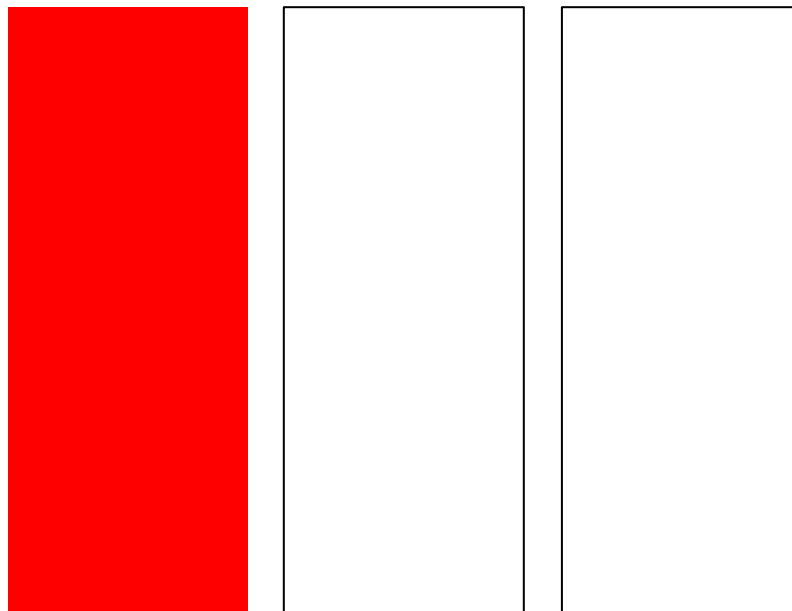
Viola



Il legame tra colori e numeri

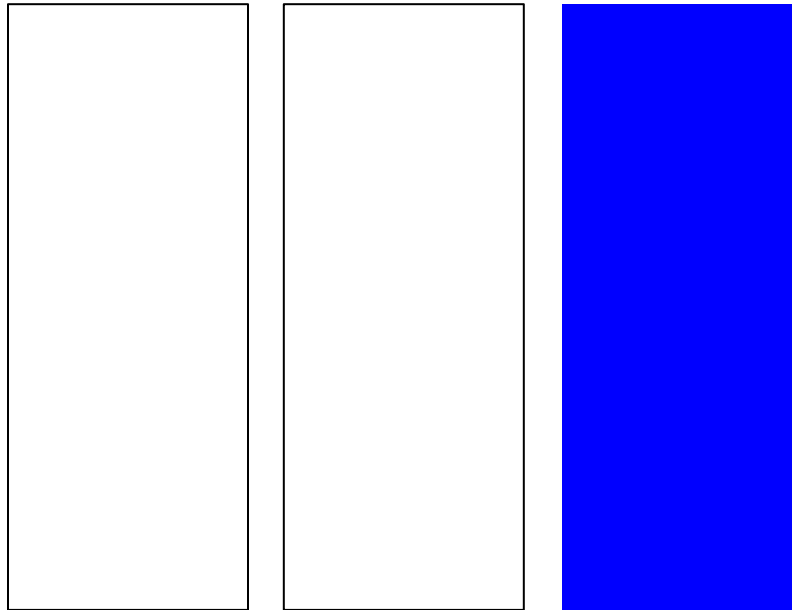
- I numeri possono essere usati per indicare la forza di ciascun componente nella tripletta
- Più alto è il numero, più il componente partecipa alla fusione che produce il risultato finale
- Lo standard più diffuso specifica che questi numeri vanno da 0 (nessun componente) a 255 (componente completo)

Rosso puro



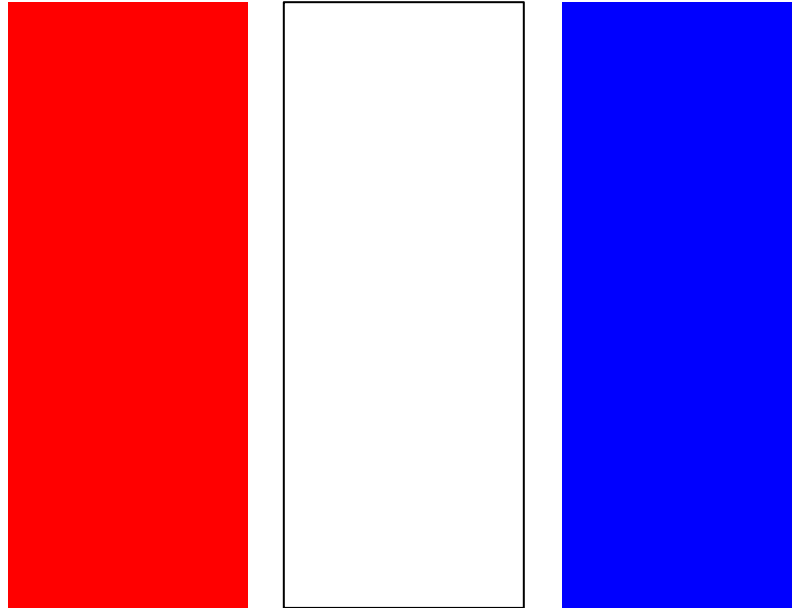
$(255, 0, 0)$

Blu puro



$(0,0,255)$

Viola

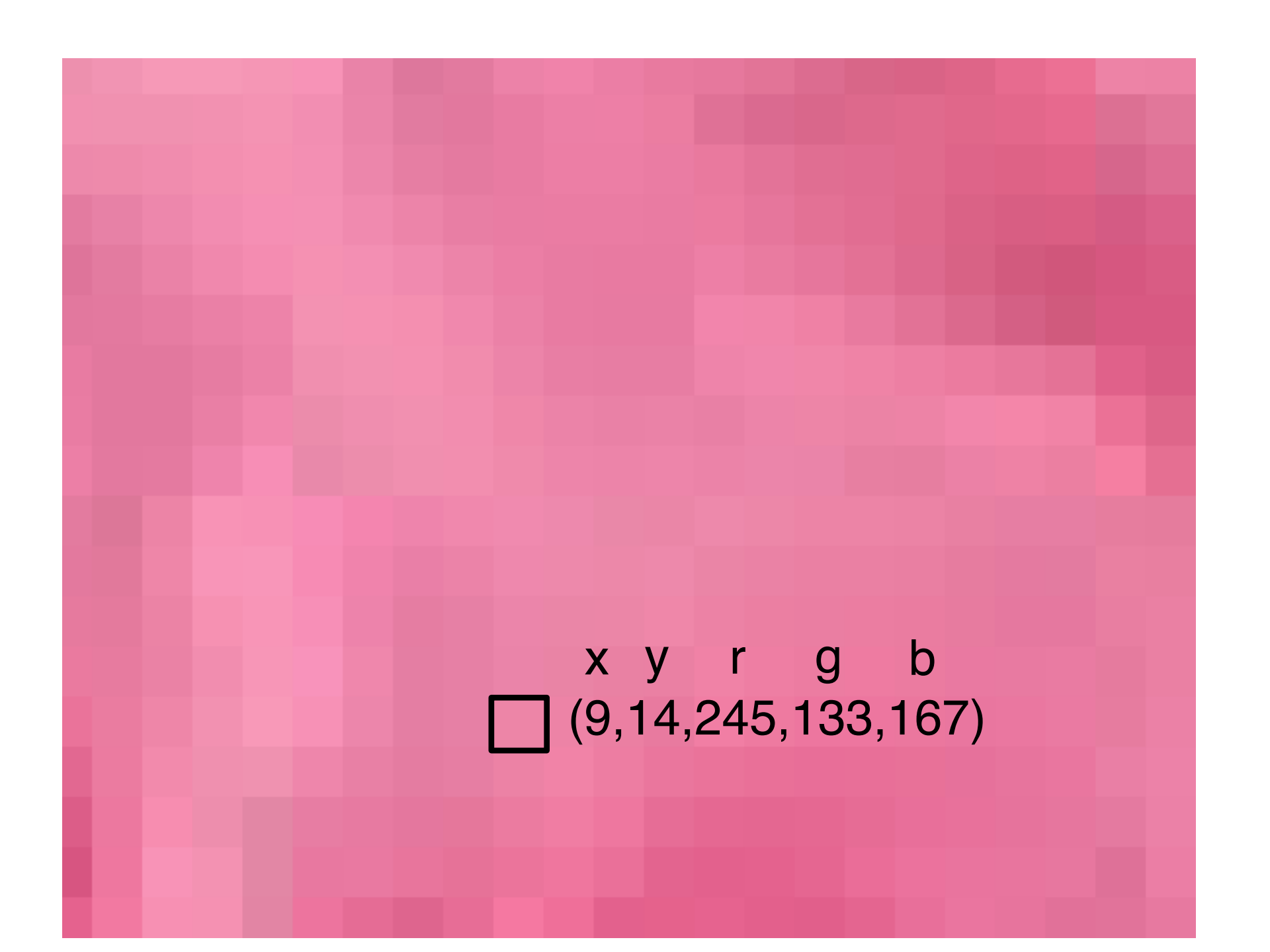


$(255, 0, 255)$



(9,14) posizione

 (245,133,167) colore



x y r g b
□ (9,14,245,133,167)

Anche se il pixel non è presente, i 5 numeri che descrivono la sua posizione all'interno dell'immagine e il suo colore sono sufficienti per ricreare il pixel ogni volta che è necessario.

Applicando la stessa tecnica a tutti i pixel di un'immagine digitale, possiamo descrivere un'intera immagine con quintuple di numeri e possiamo usare quelle quintuple per ricostruire l'immagine ogni volta che è necessario.

(9,14,245,133,167)

(8,217)(8,87,245,133,167)(9,03,245,133,167)(9,18,245,133,167)
(8,152)(8,88,245,200,211)(9,04,245,133,167)(9,19,245,133,167)
(8,007)(8,89,245,150,167)(9,05,245,133,180)(9,20,245,133,167)
(8,098)(8,90,245,133,167)(9,06,245,133,167)(9,21,245,170,167)
(8,111)(8,91,245,133,167)(9,07,245,110,100)(9,22,215,133,167)
(8,167)(8,92,245,133,167)(9,08,245,133,200)(9,23,250,133,167)
(8,168)(8,93,245,099,001)(9,09,245,133,201)(9,24,245,133,167)
(8,122)(8,94,245,133,167)(9,10,251,133,167)(9,25,245,133,167)
(8,250)(8,95,245,133,167)(9,11,240,133,167)(9,26,245,133,167)
(8,077)(8,96,245,133,167)(9,12,245,133,088)(9,27,245,133,167)
(8,199)(8,97,245,133,167)(9,13,245,099,071)(9,28,245,133,167)
(8,023)(8,98,245,133,167)(9,14,245,133,167)(9,29,245,133,167)
(8,071)(8,99,245,133,167)(9,15,245,133,167)(9,30,245,133,167)
(8,185)(9,01,245,133,167)(9,16,245,099,121)(9,31,245,133,167)
(8,130)(9,02,245,133,167)(9,17,245,133,167)(9,32,245,133,167)

Il bisogno di hardware

- Prima di tutto, i numeri da soli non possono creare nulla
- Abbiamo bisogno di macchinari adeguati che siano comandati da questi numeri e crei di conseguenza oggetti fisici
- Nel caso delle immagini digitali, abbiamo bisogno di monitor e schermi (matrici di terzine di LED) che convertano i numeri RGB in luce colorata reale

Il bisogno di standard

- Inoltre, affinché la società sia in grado di lavorare con i numeri e utilizzarli per creare immagini su diversi dispositivi in tutto il mondo, tutti devono concordare la corrispondenza tra numeri e posizione e colore dei pixel
- Uno standard è un accordo universale tra i produttori di hardware e i produttori di contenuti su come i numeri verranno utilizzati per descrivere le immagini
- Standard famosi sono: RGB, JPG, BMP, TIF

E la musica digitale?



Di nuovo, fisica

- I suoni si basano sulle vibrazioni di un mezzo (aria, acqua, materiale solido - il suono non può propagarsi nel vuoto)
- Le caratteristiche della vibrazione determinano le caratteristiche del suono

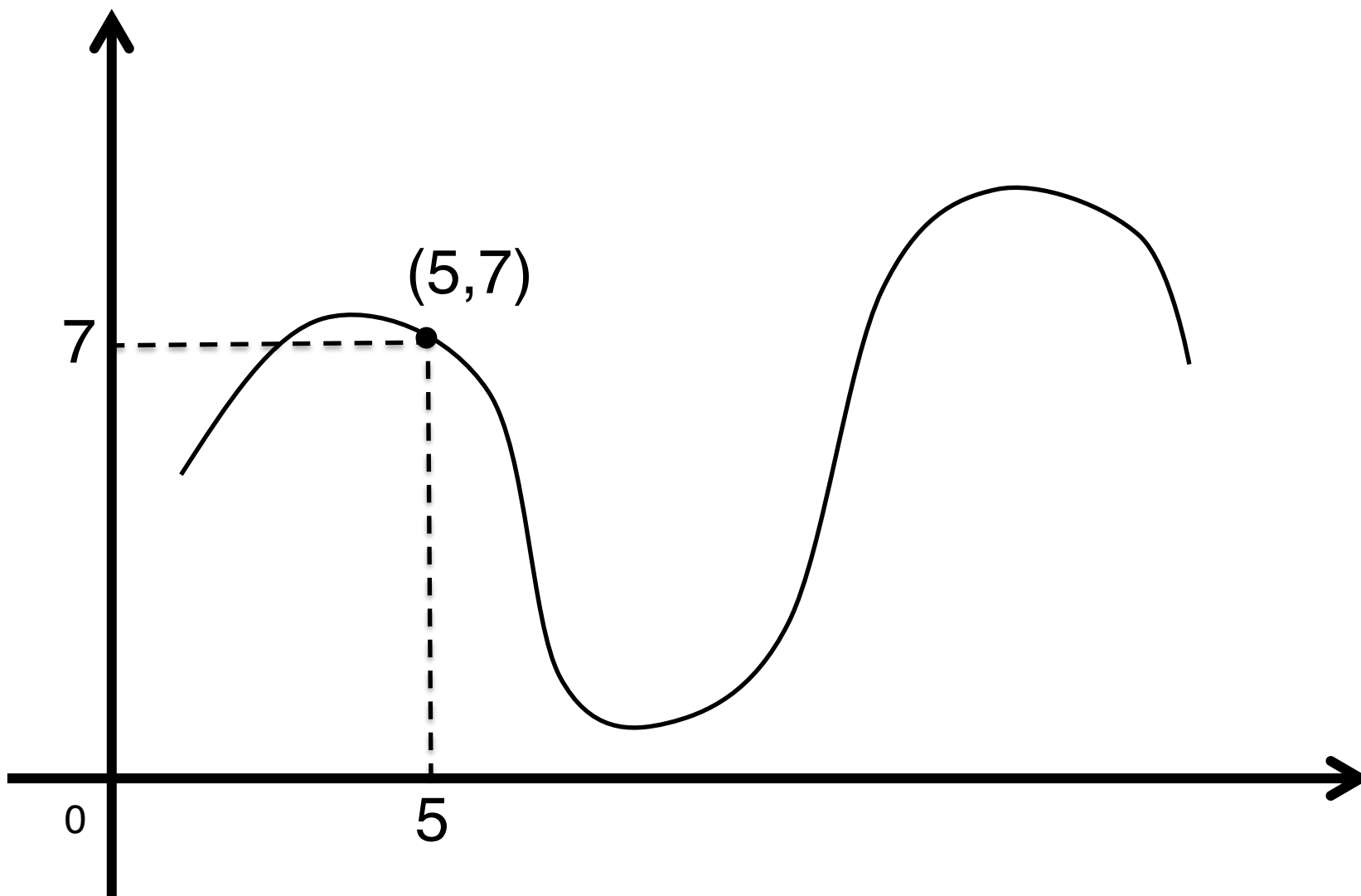
La vibrazione crea suono



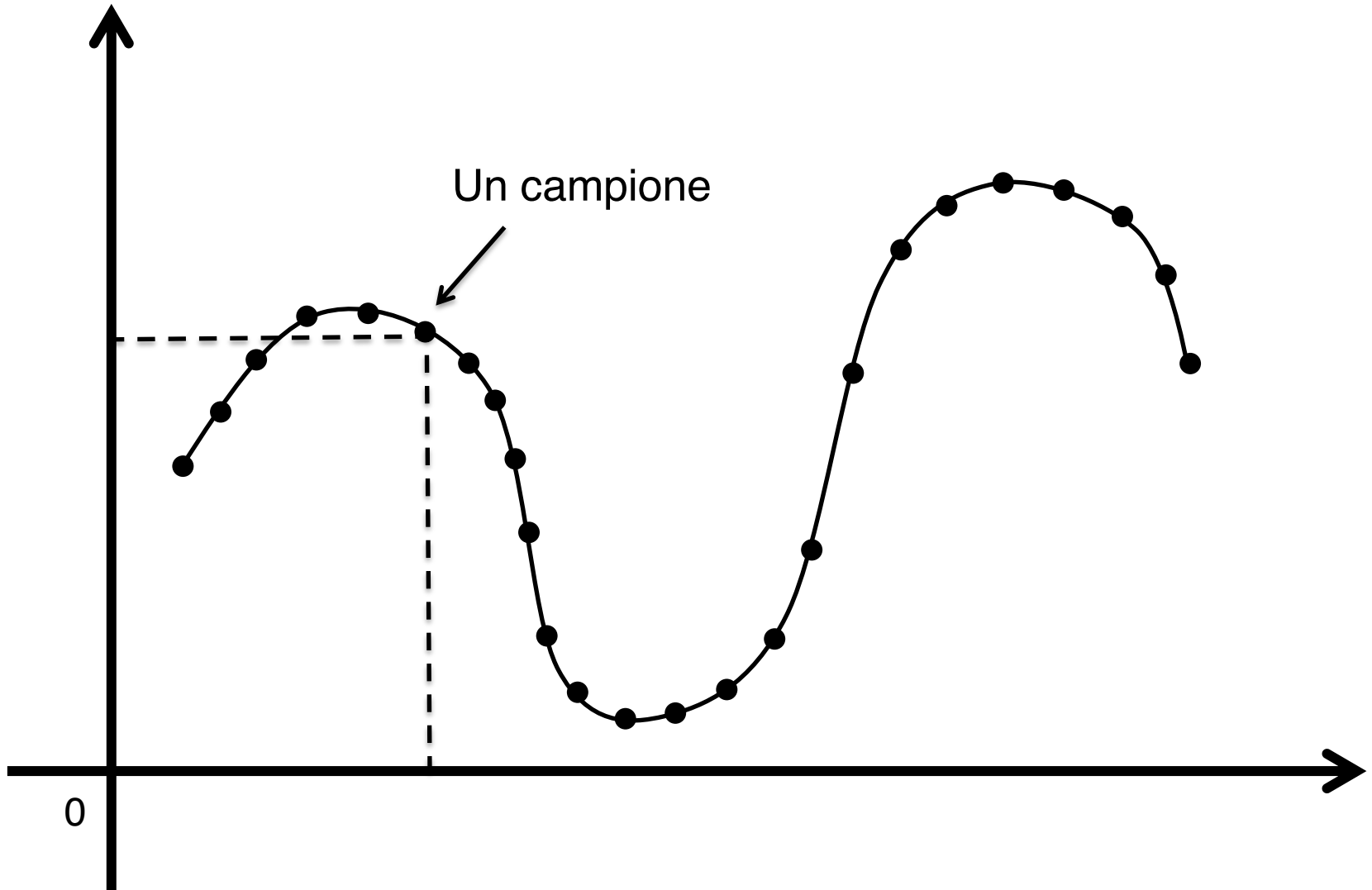
Di nuovo, numeri

- Inserendo la forma dell'onda di vibrazione in un sistema di coordinate, tutti i suoi punti possono essere associati a una coppia di valori (x, y)
- Se ho l'intera sequenza di coppie, sono in grado di ricostruire la forma dell'onda

Un sistema di coordinate



Campionamento



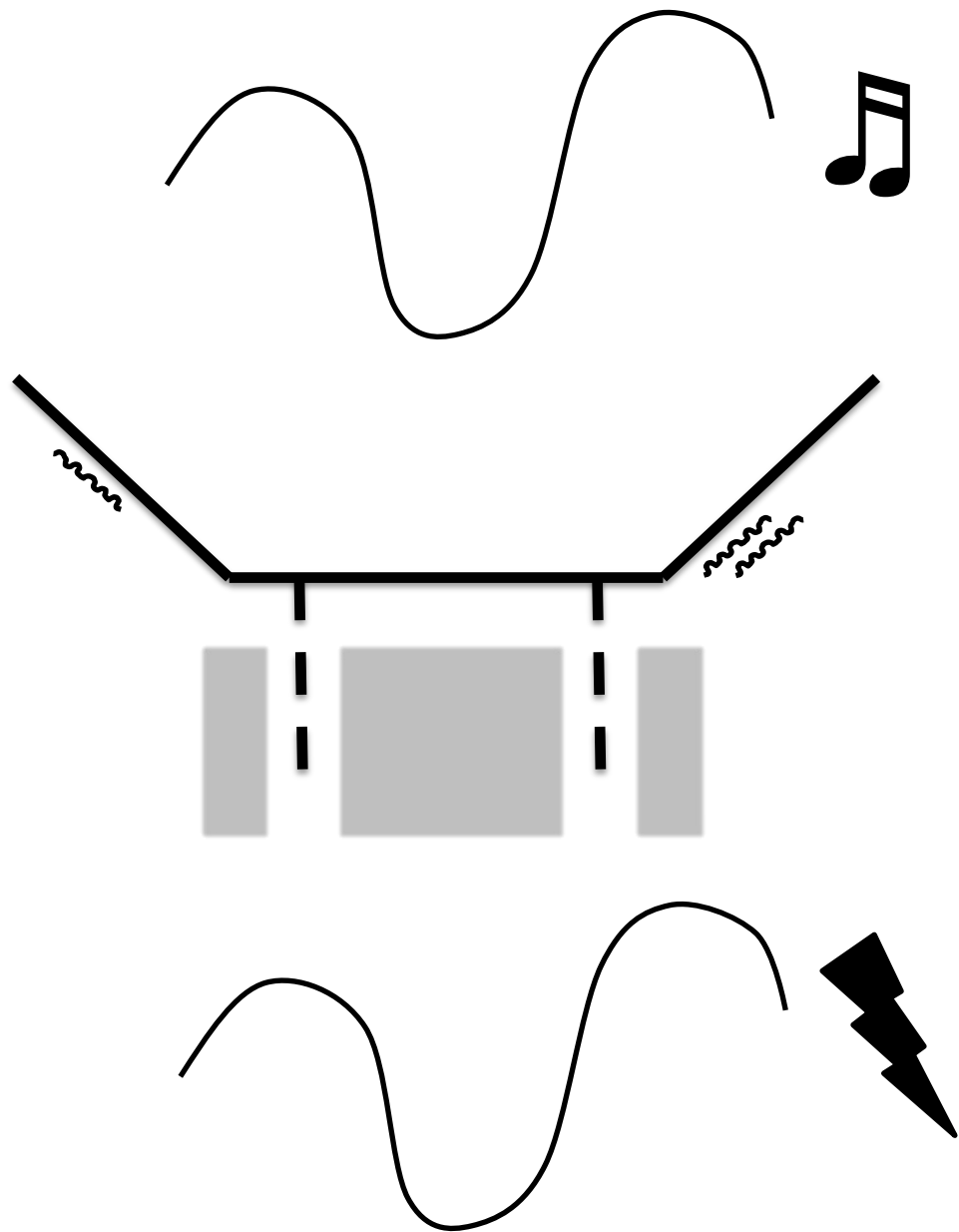
La musica in numeri

- Qualunque sia la frequenza di campionamento (vale a dire la qualità della descrizione, ovvero la quantità di campioni descritti), un'onda sonora in forma digitale si presenta così:
(1, 23) (2, 30) (3, 28) (4, 30) (5, 29) (6, 35)
(7, 37) (8, 22) (9, 18) (10, 13) (11, 8) (12, 2)
(13, 4) (14, 8) (15, 10) (16, 18) (17, 20)...

Di nuovo, bisogno di hardware

- Abbiamo i LED come dispositivi per passare dai numeri alla luce colorata
- Nel caso dei suoni, abbiamo gli altoparlanti





La tecnologia digitale necessita di...

- Un fenomeno fisico descritto in termini di numeri
- Un dispositivo in grado di riconvertire i numeri nel fenomeno fisico originale
- Un gruppo di persone che concordano su un modo standard di usare i numeri
- Un dispositivo informatico che automatizza e accelera il processo di elaborazione dei numeri

Perché solo immagini e suoni?

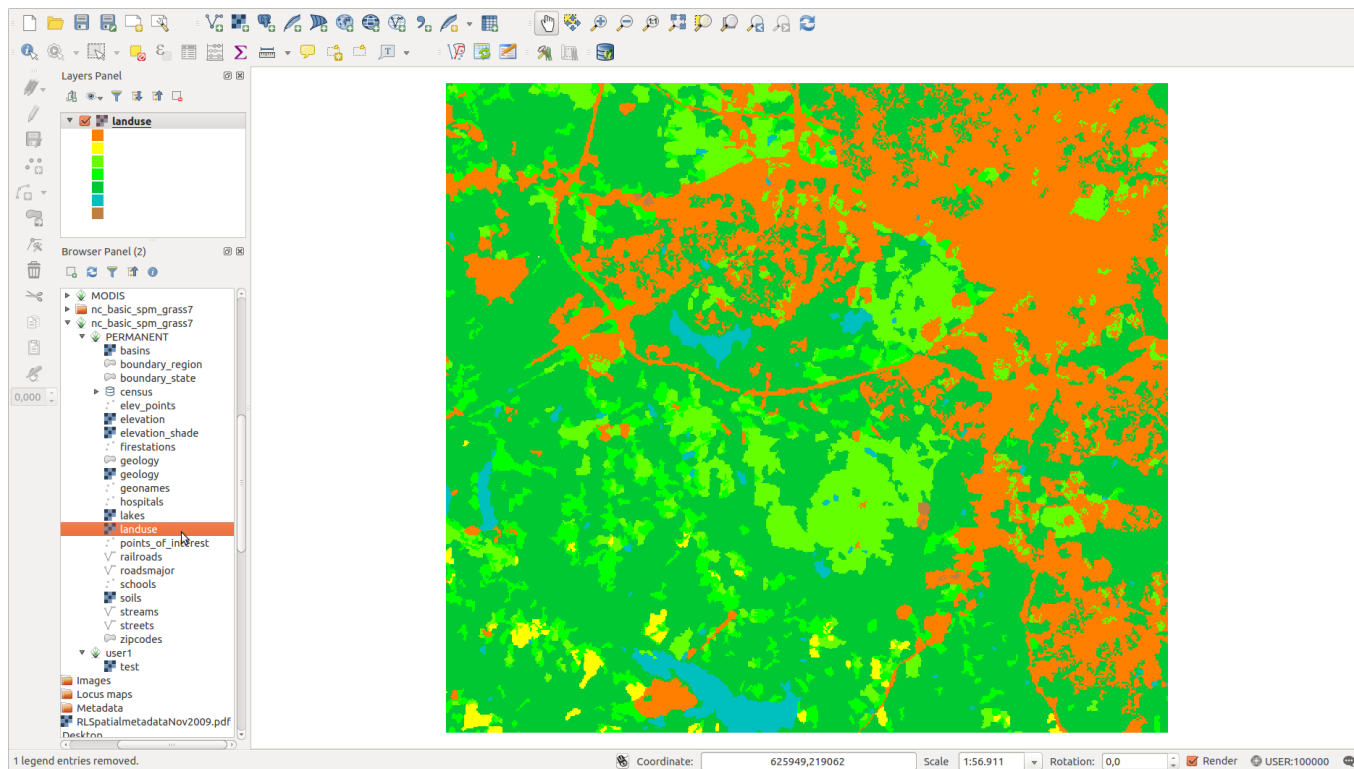
- Le immagini (forme e colori) si basano sulla luce, cioè un fenomeno fisico ondulatorio che coinvolge i fotoni
- Il suono è un fenomeno fisico simile ad un'onda basato su un mezzo oscillante
- Altri fenomeni percepibili come l'olfatto e il gusto si basano su reazioni chimiche molto più complesse che non possono essere facilmente descritte in termini di numeri né riproducibili facilmente (senza i materiali reali)
- Anche il tocco è ora implementato solo parzialmente nei sistemi digitali, in termini di interfacce tattili che vibrano (di nuovo: onde), ma non è disponibile nulla di più complesso (ad esempio simulazione digitale del tocco di seta o di superfici ruvide)

E i GIS?

- Se la tecnologia digitale ha già difficoltà con l'olfatto, il gusto e il tatto, come può supportare gli aspetti immensamente più complessi della realtà che l'antropologia, la geografia e la sociologia affrontano?
- Gli strumenti di informazione geografica (GIS) lo fanno, infatti, solo in termini di immagini e coordinate numeriche

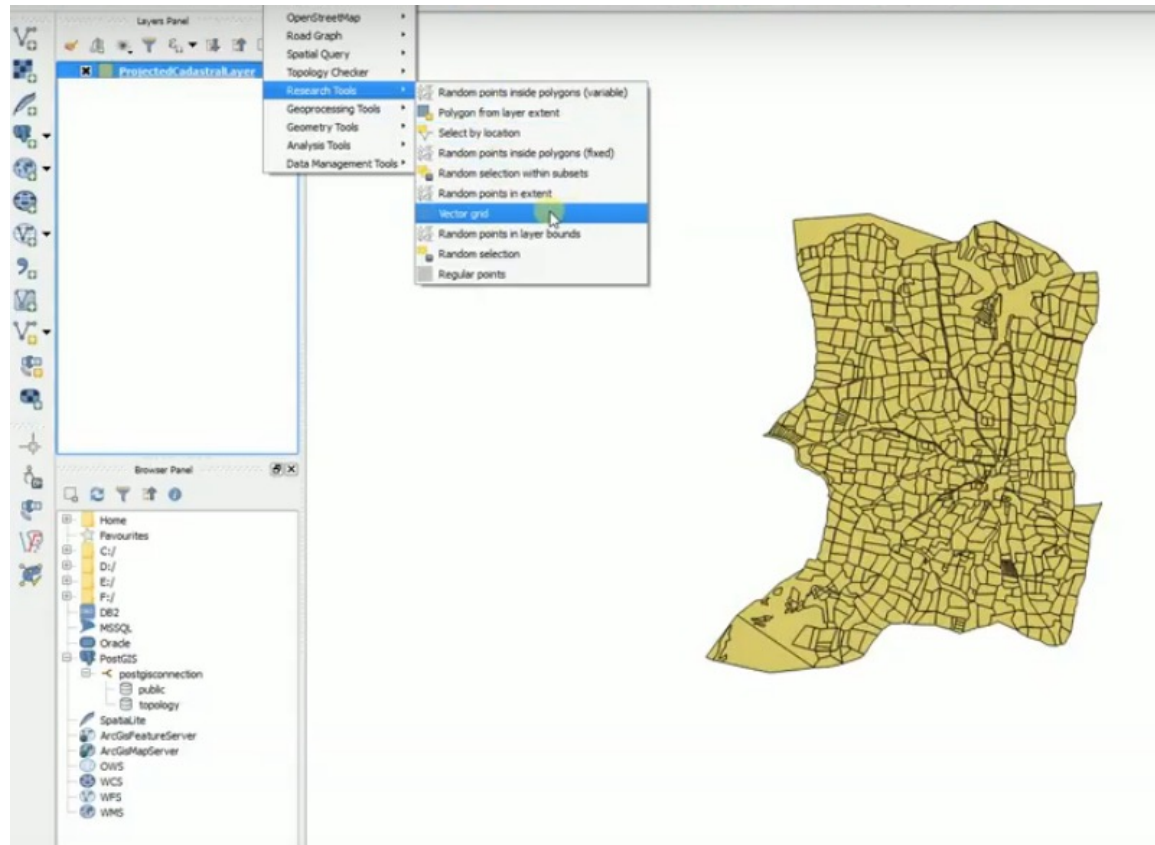
Immagini raster

- Matrici di punti a cui è possibile associare diversi valori numerici



Immagini vettoriali

- Immagini composte da oggetti descritti in termini geometrici



QGIS in sintesi

- QGIS, come molti altri sistemi GIS, consente agli utenti di associare punti su una mappa a valori in un database
- Gli utenti possono aprire mappe e database esistenti in QGIS o creare nuove mappe e database con esso

Riferimenti per QGIS

- Andate su <https://qgis.org/it/site/> per scaricare QGIS (attenzione: ci sarà anche bisogno di una versione specifica del linguaggio Python installato sul computer)
- Andate su https://docs.qgis.org/testing/en/docs/user_manual/index.html per un manuale utente completo

Che cosa c'è dietro un GIS

- Come esistono standard per le immagini e i suoni digitali, esistono standard anche per i dati gestiti dai GIS
- In particolare, esaminiamo la lingua con cui sono descritte le immagini vettoriali in QGIS
- Nella cartella dei dati di esempio presente sul sito Web QGIS è presente un file lakes.gml
- GML è l'acronimo di Geography Markup Language
- Se aprite il file in QGIS, vi mostrerà i laghi dell'Alaska sulla mappa, ma se lo aprite in un browser, si può leggere la descrizione nella sintassi GML

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<ogr:FeatureCollection
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ogr.maptools.org/ lakes-fixed.xsd"
  xmlns:ogr="http://ogr.maptools.org/"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Box>
      <gml:coord><gml:X>-1829520.498454029</gml:X><gml:Y>2714990.22347464</gml:Y><gml:Z>0</gml:Z></gml:coord>
      <gml:coord><gml:X>967395.7371003012</gml:X><gml:Y>7566011.267708995</gml:Y><gml:Z>0</gml:Z></gml:coord>
    </gml:Box>
  </gml:boundedBy>

  <gml:featureMember>
    <ogr:lakes fid="lakes.0">
      <ogr:geometryProperty><gml:Polygon><gml:outerBoundaryIs><gml:LinearRing><gml:coordinates>18042.1996051222,7474962.01403635,0
17211.6761192218,7475140.80880772,0 16391.3176350379,7475985.62387809,0 15659.8164651913,7477248.7537558,0 14815.8348787685,7476593.37672389,0
13893.2534264091,7476188.98501354,0 12900.6422919209,7476704.88095392,0 12244.8317551573,7477383.18921845,0 11841.9215765588,7478305.10978095,0
11775.708668627,7479389.44047992,0 12288.1951663784,7480299.07143327,0 13383.1545617585,7480949.52744222,0 13231.1629228336,7482033.84850445,0
12005.6951165141,7483636.52191043,0 10858.9877352585,7484987.39191184,0 10122.0430834463,7485832.19831714,0 9143.16419292938,7487263.45453054,0
8486.68455401343,7487856.4570939,0 7995.60191020956,7488529.84454243,0 7095.66995175966,7489544.43392007,0 6184.96958459815,7489973.38871055,0
5196.24868260967,7490739.45140494,0 4438.25169590735,7490251.40678774,0 4087.19188366214,7489090.7919722,0 3249.11460242925,7488684.7669293,0
2492.69446613003,7488279.56360841,0 2473.98527071066,7487113.21347061,0 2542.69356711204,7486110.90877172,0 2529.62494576846,7485196.36563698,0
2016.3547405822,7484369.57478027,0 1259.48864062946,7483882.34854372,0 348.468442909441,7484312.12272936,0 27.0927806447912,7485149.55862354,0
392.194440649614,7487142.69710254,0 740.061259166544,7488139.26965189,0 82.3565572339929,7488815.936049,0 -487.788707717544,7489656.64978492,0
-1219.28502376504,7490836.11165404,0 -1872.76176572466,7491679.28559086,0 -2189.74655173194,7492766.89064569,0 -2424.96397064585,7493856.13766153,0
-2568.83480727282,7495274.29411863,0 -2636.84781406934,7496276.60078061,0 -2784.50067260551,7497527.43268606,0 -2673.67331681242,7499443.46617381,0
-2576.53615191999,7500358.01185158,0 -2390.08136871535,7501688.4097702,0 -2792.06673493996,7502610.33057936,0 -3442.47940352808,7503620.83202834,0
-4098.55997321342,7504379.5264201,0 -5000.96549943408,7505394.94674743,0 -5513.78908240174,7504484.49626774,0 -5778.17012760895,7503573.22856175,0
-6293.1561952557,7502579.93534093,0 -6977.31598639399,7501425.0561074,0 -7737.18504149643,7500686.8472675,0 -8822.93817405639,7500619.57389908,0
-9641.77547323611,7501548.05233174,0 -10046.8609436917,7502386.31252295,0 -10362.3564692104,7503475.56174451,0 -11410.057374578,7505907.50394101,0
-12211.134776351,7508003.15978737,0 -12517.5051080804,7509760.07073315,0 -12754.9366584549,7510680.35669819,0 -12821.5908361918,7511679.38592785,0
-12887.8209536418,7512932.68392513,0 -12622.9539229276,7513843.95289798,0 -11864.0975788451,7514417.29538134,0 -10277.7865896052,7515462.87198227,0
-9446.06903471949,7514546.09414958,0 -8533.03084582143,7514281.99216282,0 -7617.9611161852,7514100.73259099,0 -6782.14989643788,7514255.76258108,0
-5924.39086140067,7515908.51435126,0 -5322.96835209803,7517150.33284411,0 -5142.40682244324,7518064.0593139,0 -6221.86805707985,7517247.77908996,0
-7311.21534045993,7517931.98471648,0 -8049.04884329746,7518775.16483915,0 -8364.17831758861,7519864.41504828,0 -8597.81197366112,7520951.20545628,0
-8835.35512493435,7521870.67096851,0 -8985.67670976921,7522872.15933738,0 -9219.13984942195,7523961.41083726,0 -9367.2005633612,7525212.23881896,0
-9257.21602756507,7527045.42138954,0 -9324.16189397834,7528046.90421607,0 -9472.03287195812,7529382.21437252,0 -9538.93397368386,7530383.69729988,0
-10111.0185075594,7531142.3937416,0 -11198.695926902,7530908.62639712,0 -12115.8582133945,7530923.38534646,0 -13114.333978188,7530931.14385538,0

```

Queste sono le coordinate dei punti dei contorni dei laghi sulla mappa.

Questi sono i riferimenti alle organizzazioni che stabiliscono e gestiscono le regole sintattiche e semantiche della lingua GML.



```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<ogr:FeatureCollection
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ogr.maptools.org/ lakes-fixed.xml"
  xmlns:ogr="http://ogr.maptools.org/"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Box>
      <gml:coord><gml:X>-1829520.498454029</gml:X><gml:Y>2714990.22347464</gml:Y><gml:Z>0</gml:Z></gml:coord>
      <gml:coord><gml:X>967395.7371003012</gml:X><gml:Y>7566011.267788985</gml:Y><gml:Z>0</gml:Z></gml:coord>
    </gml:Box>
  </gml:boundedBy>

  <gml:featureMember>
    <ogr:lakes fid="lakes.0">
      <ogr:geometryProperty><gml:Polygon><gml:outerBoundaryIs><gml:LinearRing><gml:coordinates>18042.1996051222,7474962.01403635,0
17211.6761192218,7475140.80880772,0 16391.3176350379,7475985.62387809,0 15659.8164651913,7477248.7537558,0 14815.8348787685,7476593.37672389,0
13893.2534264091,7476188.98501354,0 12900.6422919209,7476704.88095392,0 12244.8317551573,7477383.18921845,0 11841.9215765588,7478305.10978095,0
11775.708668627,7479389.44047992,0 12288.1951663784,7480299.07143327,0 13383.1545617585,7480949.52744222,0 13231.1629228336,7482033.84850445,0
12005.6951165141,7483636.52191043,0 10858.9877352585,7484987.39191184,0 10122.0430834463,7485832.19831714,0 9143.16419292938,7487263.45453054,0
8486.68455401343,7487856.4570939,0 7995.60191020956,7488529.84454243,0 7095.66995175966,7489544.43392007,0 6184.96958459815,7489973.38871055,0
5196.24868260967,7490739.45140494,0 4438.25169590735,7490251.40678774,0 4087.19188366214,7489090.7919722,0 3249.11460242925,7488684.7669293,0
2492.69446613003,7488279.56360841,0 2473.98527071066,7487113.21347061,0 2542.69356711204,7486110.90877172,0 2529.62494576846,7485196.36563698,0
2016.3547405822,7484369.57478027,0 1259.48864062946,7483882.34854372,0 348.468442909441,7484312.12272936,0 27.0927806447912,7485149.55862354,0
392.194440649614,7487142.69710254,0 740.061259166544,7488139.26965189,0 82.3565572339929,7488815.936049,0 -487.788707717544,7489656.64978492,0
-1219.28502376504,7490836.11165404,0 -1872.76176572466,7491679.28559086,0 -2189.74655173194,7492766.89064569,0 -2424.96397064585,7493856.13766153,0
-2568.83480727282,7495274.29411863,0 -2636.84781406934,7496276.60078061,0 -2784.50067260551,7497527.43268606,0 -2673.67331681242,7499443.46617381,0
-2576.53615191999,7500358.01185158,0 -2390.08136871535,7501688.4097702,0 -2792.06673493996,7502610.33057936,0 -3442.47940352808,7503620.83202834,0
-4098.55997321342,7504379.5264201,0 -5000.96549943408,7505394.94674743,0 -5513.78908240174,7504484.49626774,0 -5778.17012760895,7503573.22856175,0
-6293.1561952557,7502579.93534093,0 -6977.31598639399,7501425.0561074,0 -7737.18504149643,7500686.8472675,0 -8822.93817405639,7500619.57389908,0
-9641.77547323611,7501548.05233174,0 -10046.8609436917,7502386.31252295,0 -10362.3564692104,7503475.56174451,0 -11410.057374578,7505907.50394101,0
-12211.134776351,7508003.15978737,0 -12517.5051080804,7509760.07073315,0 -12754.9366584549,7510680.35669819,0 -12821.5908361918,7511679.38592785,0
-12887.8209536418,7512932.68392513,0 -12622.9539229276,7513843.95289798,0 -11864.0975788451,7514417.29538134,0 -10277.7865896052,7514642.87198227,0
-9446.06903471949,7514546.09414958,0 -8533.03084582143,7514281.99216282,0 -7617.9611161852,7514100.73259099,0 -6782.14989643788,7514255.76258108,0
-5924.39086140067,7515908.51435126,0 -5322.96835209803,7517150.33284411,0 -5142.40682244324,7518064.0593139,0 -6221.86805707985,7518247.77908996,0
-7311.21534045993,7517931.98471648,0 -8049.04884329746,7518775.16483915,0 -8364.17831758861,7519864.41504828,0 -8597.81197366112,7520951.20545628,0
-8835.35512493435,7521870.67096851,0 -8985.67670976921,7522872.15933738,0 -9219.13984942195,7523961.41083726,0 -9367.2005633612,7525212.23881896,0
-9257.21602756507,7527045.42138954,0 -9324.16189397834,7528046.90421607,0 -9472.03287195812,7529382.21437252,0 -9538.93397368386,7530383.69729988,0
-10111.0185075594,7531142.3937416,0 -11198.695926902,7530908.62639712,0 -12115.8582133945,7530923.38534646,0 -13114.333978188,7530938.14385538,0
```

The Open Geospatial Consortium

- GML è un linguaggio definito dall'Open Geospatial Consortium (OGC) per esprimere le caratteristiche geografiche
- Visitate il sito Web OGC (<http://www.opengeospatial.org/>) e controllate i membri strategici del consorzio
- Noterete quanto segue ...

Il Nord globale

European Space Agency (ESA)
Federal Aviation Administration (FAA)
GeoConnections - Natural Resources Canada
Ordnance Survey
US Department of Homeland Security (DHS)
US Geological Survey (USGS)
US National Aeronautics and Space Administration (NASA)
US National Geospatial-Intelligence Agency (NGA)

- OGC è aperto a tutti, ma i suoi 8 “membri strategici” sono nordamericani (6) o europei (2)
- Dei 13 “membri principali”, 9 sono nordamericani, 1 è europeo e 3 provengono da “Asia Pacifico” (1 dalla Cina, 1 dall'India e 1 dall'Australia)

Vera openness?

- Si potrebbe sostenere che tutti gli sforzi relativi all'IT sono nati in Europa e negli Stati Uniti per ragioni storiche
- Tuttavia, dato che gli strumenti IT sono prodotti con materiali estratti e assemblati nel Sud del mondo, ci si rende conto che i problemi globali che riguardano la tecnologia digitale influiscono anche sui sistemi GIS
- Se i membri OGC del Sud del mondo avessero bisogno di un'estensione della lingua per riflettere alcune caratteristiche socio-geografiche che sono trascurate dalla versione attuale, tale sforzo alla fine dipenderebbe dai membri strategici globali del Nord di OGC

Geografia al suo meglio

European Space Agency (ESA)
Federal Aviation Administration (FAA)
GeoConnections - Natural Resources Canada
Ordnance Survey
US Department of Homeland Security (DHS)
US Geological Survey (USGS)
US National Aeronautics and Space Administration (NASA)
US National Geospatial-Intelligence Agency (NGA)

- Kirstjen Nielsen è stata la direttrice del DHS dal 2017 al 2019
- <https://www.youtube.com/watch?v=PSkT1cY07PI>

Tecnologia digitale nel mondo reale

- Molti utenti potrebbero pensare che introducendo la tecnologia GIS nella loro ricerca possano sfruttare l'immenso potere della tecnologia digitale
- Questo è vero, tuttavia abbiamo già visto due problemi:
 - il potere della tecnologia digitale è limitato dalla necessità di avere descrizioni numeriche dei fenomeni del mondo reale
 - queste descrizioni devono spesso seguire standard stabiliti in contesti socio-culturali molto ristretti

E ora...



...una storia apparentemente scorrelata di
biohacking

Jowan Österlund

- Da artista del tatuaggio a bio-hacker
- “Viaggia senza bisogno di passaporti e visti, monitora problemi di salute, come la frequenza cardiaca, e invia tali informazioni direttamente al tuo cardiologo. Le possibilità sono infinite.”

Jowan Österlund (ancora)

- “Sarebbe impossibile per i governi controllarlo. Si tratta di democratizzare la tecnologia”.

Nessun controllo del governo?

- “Viaggia senza bisogno di passaporti e visti, monitora problemi di salute, come la frequenza cardiaca e invia tali informazioni direttamente al tuo cardiologo. Le possibilità sono infinite.”
- Jowan Österlund si sta concentrando sulla protezione del chip che desidera inserire nei nostri corpi
- Dimentica, tra le altre cose, che un passaporto è solo il punto finale di un'enorme rete di organizzazioni, in cui il governo svolge un ruolo decisivo
- Se il governo mettesse al bando l'uso di impianti di biohacking negli aeroporti, non saremmo in grado di prendere un aereo, indipendentemente dal fatto che il nostro chip sia protetto o meno dal punto di vista tecnologico

Cecità sociotecnica

- Deborah Johnson e io abbiamo definito il tipo di errore che Jowan Österlund (e molti, molti altri tecnologi) sta facendo “cecità sociotecnica”
- Essere sociotecnicamente cieco significa trascurare le relazioni tra un manufatto tecnologico e il contesto sociale in cui è stato concepito, sviluppato e distribuito

Non siate sociotecnicamente ciechi

- Non sto cercando di fare un discorso contro QGIS o i GIS in generale
- Basta essere consapevoli del fatto che quegli (e molti altri) strumenti di tecnologia digitale vengono a noi con tutte le relazioni con le organizzazioni che li hanno concepiti, sviluppati e implementati
- Soprattutto nel contesto della ricerca per il Sud globale, questo è un problema che tutti devono tenere a mente

Per concludere: i problemi GIS

- Problemi tecnici: avrai bisogno di personale IT per mantenerlo
- Problemi ontologici: è uno strumento digitale, quindi può rappresentare solo ciò che può essere descritto in termini di numeri
- Problemi culturali: si basa su standard stabiliti e mantenuti da un gruppo molto specifico di organizzazioni

Un'ultima nota...dal 1977

“Quindi non c'è nulla di innocente nella cartografia dei computer, e certamente non nei sistemi di informazione geografica. Alla base di tutti i prodotti luccicanti e tecniche intelligenti ci sono questioni etiche vitali. Si dovrebbero accettare fondi per la ricerca sull'integrazione di diverse fonti di dati geocodificati se esiste un'elevata probabilità che le agenzie di sicurezza ne trarranno beneficio e potranno quindi limitare ulteriormente la libertà personale? Gli accademici dovrebbero continuare a sviluppare sistemi di modellizzazione migliori per la rappresentazione in rilievo quando il loro potenziale di tipo bellico è evidente? Già la mappatura informatica ha aiutato alcune delle armi più letali dell'era nucleare: il missile cruise.”