

# Comunicació i tractament de dades

Santiago Vilanova Àngeles

PID\_00190484



*Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>*

# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	6
<b>1. Conceptes teòrics</b> .....	7
1.1. Mètodes de manipulació de dades: normalització numèrica .....	7
<b>2. Les eines</b> .....	12
2.1. Perifèrics d'entrada .....	12
2.2. Unitats de processament .....	12
2.3. Perifèrics de sortida .....	12
2.4. Continguts de sortida .....	13
2.5. Cablejat .....	13
2.6. Protocols .....	14
2.7. Xarxes .....	15
2.8. Sistemes i protocols de comunicació sense fil .....	15
<b>3. Dissenyant interaccions</b> .....	18
3.1. OSC .....	18
3.2. <i>Serial</i> .....	19
<b>4. Més enllà. Recursos específics</b> .....	21
4.1. Recepció de dades d'Internet. Minería de dades ( <i>data mining</i> ) ....	21



## Introducció

Tal com veiem a l'inici d'aquesta documentació, la seqüència clàssica entrada-procés-sortida governa tots el processos de disseny de la interacció. Des dels sensors de captura (entrada), el processament de les dades provinents d'aquests sensors (procés) i l'aplicació d'aquestes dades com a paràmetre de control d'algun sistema (sortida), fins ara hem anat reproduint aquesta seqüència al llarg de tota la documentació.

Aquests tres processos (entrada, procés, sortida) necessiten algun tipus de canal de comunicació entre ells, que es materialitza físicament, depenent del nostre disseny, en forma de cablejat, sistema de comunicació sense fil, etc.

Les dades que flueixen a través d'aquests canals físics es codifiquen, segons les nostres necessitats, seguint diferents protocols o llenguatges (àudio, vídeo, TCP, MIDI, OSC, TTL, *serial*, etc.) i posteriorment en cada part del procés hauran de ser codificades i descodificades per tal de poder manipular-les i usar-les amb l'objectiu de crear sistemes interactius.

És important conèixer les particularitats d'aquests protocols i sistemes de comunicació per tal d'adquirir agilitat en la pràctica del disseny interactiu.

## **Objectius**

- 1.** Analitzar els sistemes de comunicació i protocols habituals en el disseny d'interacció.
- 2.** Comprendre els diferents mètodes de transmissió de dades.
- 3.** Aportar a l'estudiant la capacitat de treball mitjançant diferents protocols de comunicació.
- 4.** Aportar mètodes de tractament de dades útils en el context del disseny interactiu.

# 1. Conceptes teòrics

## 1.1. Mètodes de manipulació de dades: normalització numèrica

Sovint trobem que les dades provinents dels perifèrics d'entrada estan formats en un rang numèric específic. Per exemple,

- en el cas del moviment XY del ratolí, aquests valors estaran restringits al nombre de píxels de la pantalla (per exemple,  $1.024 \times 768$ );
- en el cas d'un sistema de sensors a Arduino el rang d'entrada habitual és de 0-1.024;
- en el cas de dades MIDI, parlarem d'un rang efectiu de valors entre 0-127.

Com veiem, es tracta de rangs de valors numèrics molt diferents entre si i que en la majoria de casos necessitarem transformar per tal d'adaptar-los a les nostres necessitats. Per tal de facilitar la manipulació d'aquests rangs numèrics, farem servir un mètode molt estès entre els programadors que s'anomena *normalització numèrica*.

La normalització tracta, bàsicament, d'uniformitzar tots els rangs de nombres a un únic rang de valors entre 0 i 1 (o entre -1 i 1) de nombres flotants (és a dir, amb decimals: 0,23, 0,005...).

Les característiques particulars d'aquest rang específic entre 0 i 1 permet una gran maleabilitat numèrica, i facilita processos de transformació numèrica com ara la inversió, l'exponenciació, la quantització, etc.

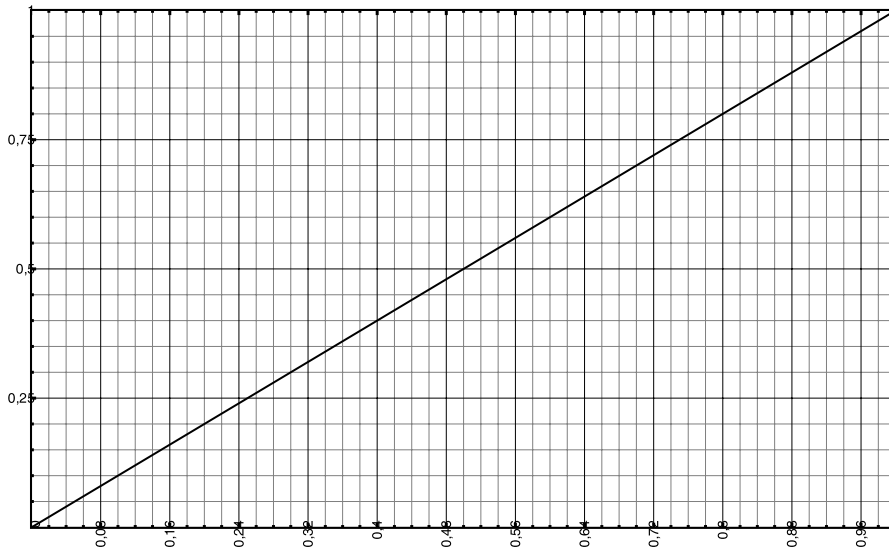
Per tal de normalitzar un rang de nombres, dividirem el rang original pel valor màxim del rang.

Posem per cas la sèrie de dades MIDI CC: 115, 114, 112, 110, 107...

normalitzades (és a dir, dividides per 127, que és el nombre màxim que pot adquirir un valor MIDI CC), la sèrie quedaria així: 0,905, 0,897, 0,881, 0,866, 0,842...

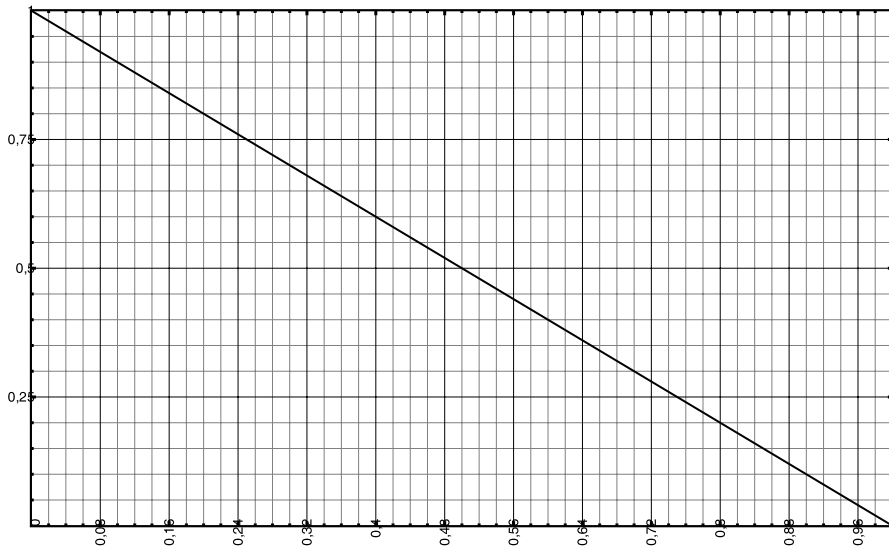
Un cop disposem de rangs numèrics normalitzats, resulta molt senzill manipular-los mitjançant operacions matemàtiques simples que ens permeten transformacions radicals i útils en molts casos.

Si partim del valor  $x$  normalitzat, és a dir, dins el rang entre 0 i 1:



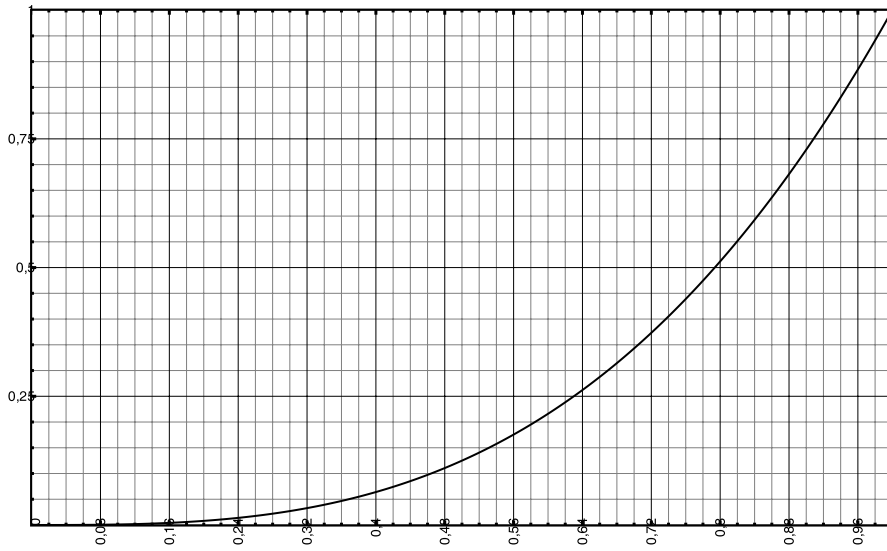
Rang original:  $y = x$

podem obtenir:

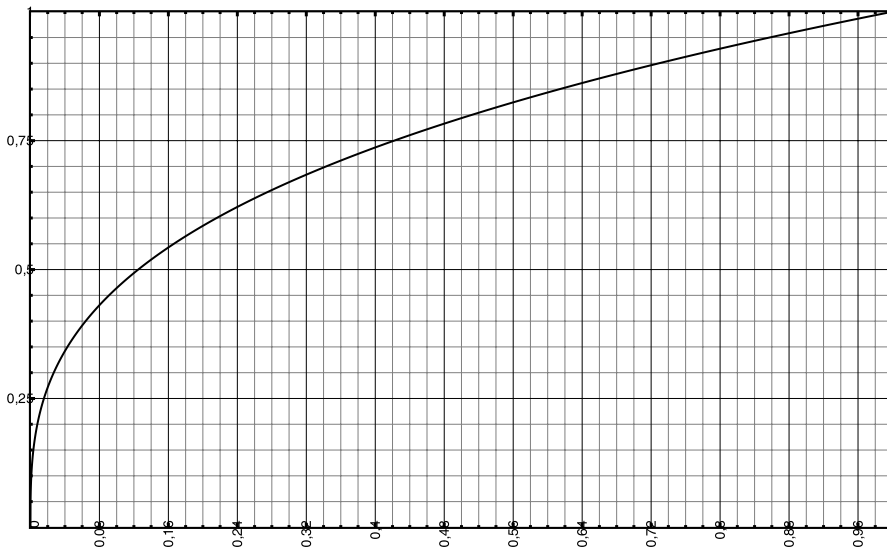


Rang invertit:  $y = 1 - x$

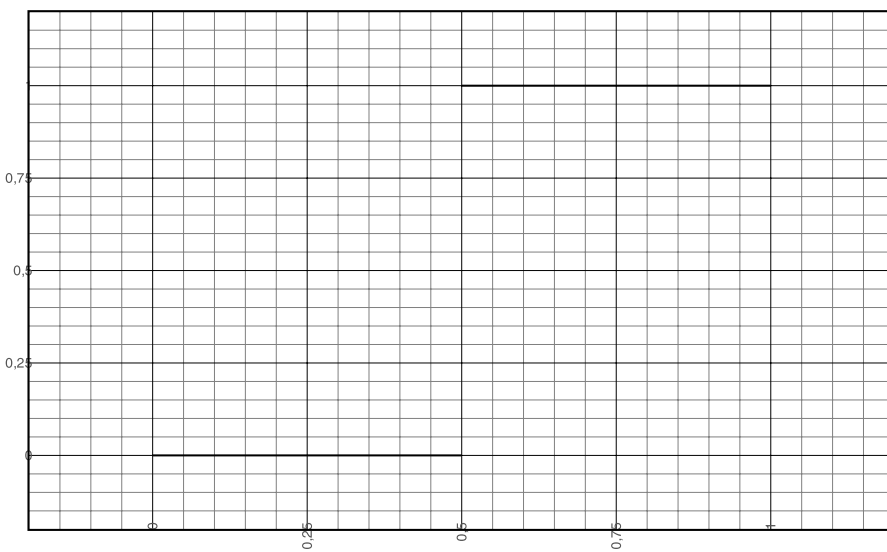




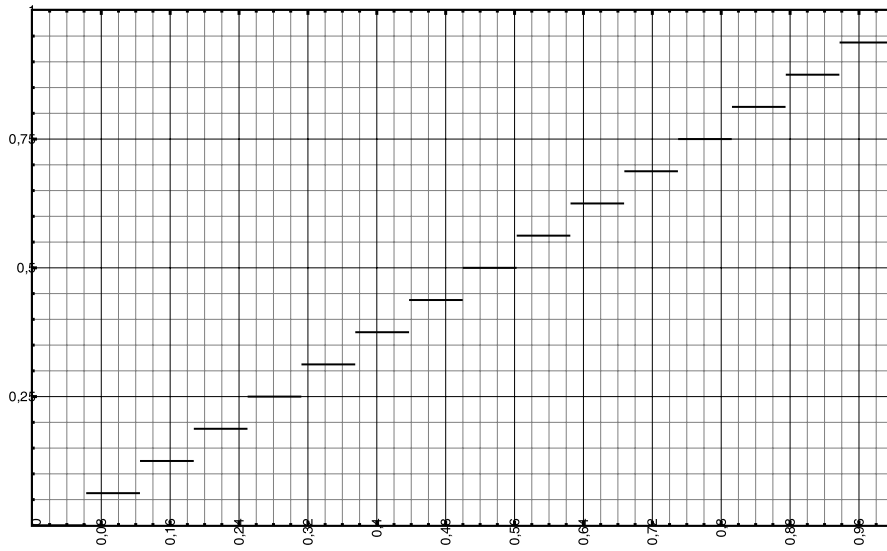
Rang exponencial:  $y = x^3$



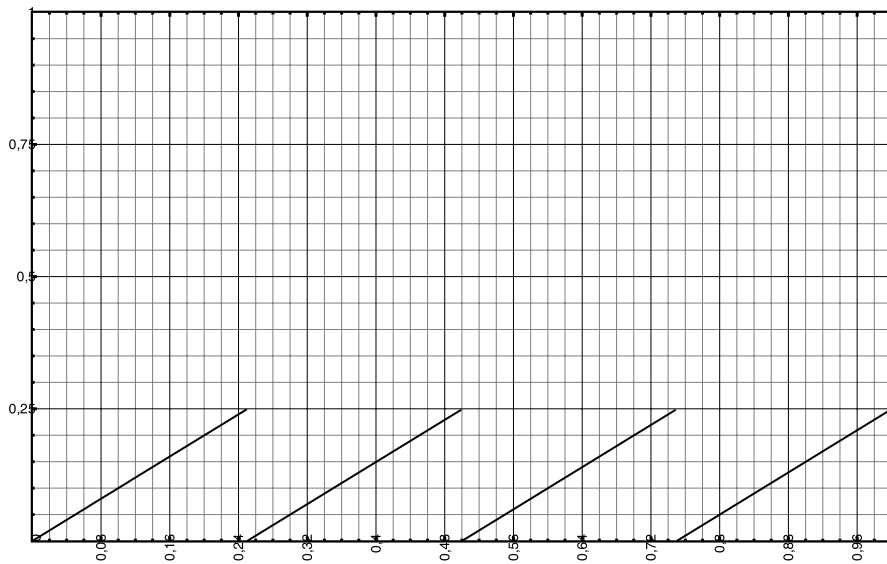
Rang logarítmic:  $y = \sqrt[3]{x}$



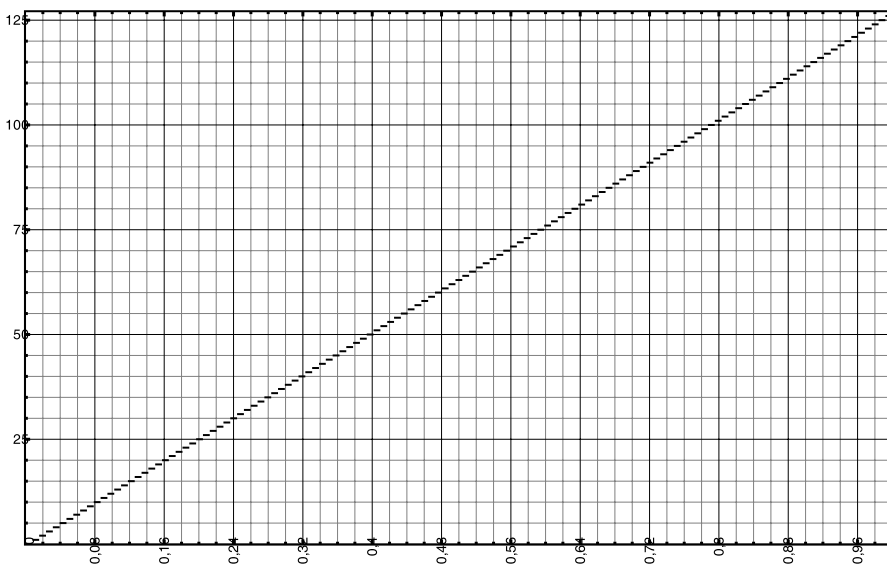
Rang binaritzat:  $y = \text{int}(x)$



Rang quantitzat en 16 passos:  $y = \text{int}(x \times 16)/16$



Rang modulat:  $y = x \% 0,25$



Rang reescalat a 0-127:  $y = \text{int}(x \times 127)$

Aquest tipus de transformacions són molt útils quan volem, per exemple, invertir els valors de lectura d'una cèl·lula fotosensible; reescalar els rangs de valors; binaritzar els valors provinents d'un potenciòmetre, o quantitzar en un nombre petit de passos les dades obtingudes a través d'un termòmetre (per exemple, en dècimes de grau més que no pas en centèsimes).

## 2. Les eines

### 2.1. Perifèrics d'entrada

Al llarg d'aquest document hem fet un repàs de diferents sistemes d'entrada de dades que permeten als usuaris la interacció amb un sistema digital.

Com hem vist, els perifèrics d'entrada s'encarreguen de recopilar dades provinents de l'usuari o l'entorn i de fer-les servir com a desencadenants de les interaccions dissenyades pel programador. Una llista resumida d'aquests dispositius d'entrada és la següent:

- Ratolí
- Teclat
- Videocàmera
- Micròfon
- Sensors electrònics
- Palanca de control (*joystick*)
- Comandament de joc (*gamepad*)
- Teclat MIDI

### 2.2. Unitats de processament

Actualment disposem de múltiples dispositius que permeten el processament de dades. Aquests dispositius tenen capacitat d'entrada de dades a través de perifèrics d'entrada, i de sortida de dades a través de perifèrics de sortida. Són, per tant, els "cervells" que podem programar perquè executin els nostres dissenys d'interacció:

- Telèfons intel·ligents (*smartphones*)
- Ordinadors
- PDA
- Microxips de sistemes electrònics encastats

### 2.3. Perifèrics de sortida

Quan dissenyem una interacció, necessitem algun perifèric de sortida que dugi a terme les accions conseqüència de la interacció de l'usuari. Entre aquests perifèrics de sortida podem esmentar els següents:

- Monitor
- Videoprojector
- Impressora

- Sistema d'àudio
- Sistema mecànic
- Sistema electrònic

## 2.4. Continguts de sortida






Valdria la pena fer un petit resum de les possibilitats creatives dels continguts que poden allotjar els perifèrics de sortida. Per tal de no estendre'ns massa, podem resumir algunes de les estratègies de creació de continguts interactius en la llista següent (sense considerar-la una llista tancada ni definitiva):

- **So interactiu:** sistemes musicals interactius en què els paràmetres sonors són modificats en temps real en funció del comportament dels usuaris o de les dades contextuais recollides pels perifèrics d'entrada.
- **Gràfics generatius:** sistemes dinàmics de generació de gràfics, o de visualització de dades, que canvien la morfologia en funció del comportament dels usuaris o de les dades contextuais recollides pels perifèrics d'entrada.
- **Vídeo:** continguts de vídeo digital "disparats" per les accions dissenyades al sistema interactiu en funció del comportament dels usuaris o de les dades contextuais recollides pels perifèrics d'entrada.
- **Text:** continguts textuais que varien en funció del comportament dels usuaris o de les dades contextuais recollides pels perifèrics d'entrada.
- **Cinètica i mecànica:** creació de moviment mecànic (electrònic o químic) en funció del comportament dels usuaris o de les dades contextuais recollides pels perifèrics d'entrada.
- **Il·luminació:** generació o disparament d'efectes d'il·luminació en funció del comportament dels usuaris o de les dades contextuais recollides pels perifèrics d'entrada.
- **Domòtica:** regulació de les condicions d'espais domòtics en funció del comportament dels usuaris o de les dades contextuais recollides pels perifèrics d'entrada.






## 2.5. Cablejat

Per tal de connectar els perifèrics d'entrada i sortida amb les unitats de processament necessitem un seguit de cablejat específic. El cablejat físic és imprescindible a la majoria d'aparells relacionats amb la connectivitat o els sistemes

multimèdia, tot i que cada cop més la popularitat de la tecnologia sense fil (*wireless*) (com ara Wi-Fi, Bluetooth o Zigbee) augmenta entre els fabricants i els consumidors. Destaquem els cablejats estàndard següents:

Tipus de dades transmiseses		Àudio			Vídeo	
Nom		Jack	Cànon	RCA	VGA	DVI
Imatge						

Tipus de dades transmiseses		Dades digitals				
Nom		USB	FireWire	RS232	DIN	Ethernet
Imatge						
Protocols		Serial Altres	Múltiples	Serial Altres	MIDI DMX	TCP UDP

## 2.6. Protocols

Un protocol és el conjunt de regles de codificació d'un senyal electrònic.

N'hi ha de molts tipus, segons les especificacions i les necessitats de cada sistema de comunicació.

Així, el protocol de codificació del senyal provinent d'un sensor electrònic (una fotocèl·lula, per exemple) no és el mateix que el d'un senyal d'Internet.

Hem de conèixer alguns dels protocols de codificació de dades més habituals per tal d'adquirir agilitat en el disseny d'interaccions:

- **TTL:** un dels protocols de comunicació més senzills. Es tracta simplement d'una senyal electrònic d'entre 0 i 5 v, usada per a la transmissió de dades entre components dintre d'un circuit electrònic. És el tipus de senyal que fem servir per a enviar dades a Arduino provinents d'un sensor.
- **NTSC/PAL:** protocols de codificació d'imatges de vídeo que consisteix en un grup de senyals que permeten formar una imatge en moviment. Hi ha diferents convencions segons el país en què ens trobem. Així, als EUA el sistema estàndard és l'NTSC, mentre que a Europa l'estàndard és el PAL. L'adveniment de la televisió en alta definició (HDTV) fa pensar que aquests sistemes de codificació tenen els dies comptats, tot i que encara són molt populars i tots els sistemes de vídeo hi són compatibles.
- **TCP/UDP:** protocols de codificació de dades pensats per a la transmissió per xarxes d'Internet (local o remot).

- **OSC:** protocol de dades pensat per a la transmissió en xarxa molt popular entre els dissenyadors d'interacció, ja que permet una gran velocitat, resolució i flexibilitat. Més endavant analitzarem en profunditat aquest protocol.
- **Serial:** protocol de comunicació basat en la transmissió de dades digitals serialitzades. La transmissió dels paquets de dades es codifica en grups de bytes (8 bits ---> valors numèrics entre 0 i 255). És el protocol que usem per a comunicar Arduino amb els ordinadors a través de cablejat USB, però també es fa servir en nombrosos perifèrics informàtics i aparells digitals de tot tipus.
- **MIDI:** protocol de codificació d'informació musical que permet la comunicació entre instruments digitals (sintetitzadors, caixes de ritme, ordinadors, etc.).
- **DMX:** protocol estàndard per al control de sistemes d'il·luminació o sistemes mecànics, habitualment dins el context de les arts escèniques i el món de l'espectacle.

## 2.7. Xarxes

Actualment podem enviar tot tipus de dades a través de sistemes de xarxa: tant xarxes locals, xarxes remotes com Internet. De fet, els sistemes de connectivitat actual permeten el disseny d'interaccions amb enviament de dades a ordinadors remots:

posem per cas un sistema de sensors de temperatura a Barcelona que és enviat per Internet fins a una ubicació remota a Melbourne, on es recullen aquestes dades i es fan servir com a dades de control d'un sistema mecànic.

Recentment, s'ha estat parlant molt de la **Internet dels objectes**, una nova forma d'Internet orientada a la connexió de tot tipus d'objectes electrodomèstics a la xarxa global, per tal de facilitar-ne l'operació remota. És quelcom encara molt recent, i està per veure quin acaba essent l'impacte real de l'aplicació d'aquesta nova Internet de les coses.

## 2.8. Sistemes i protocols de comunicació sense fil

En els darrers anys s'han abaratit i popularitzat diferents sistemes de comunicació sense fil que permeten la comunicació entre dispositius sense cables. Entre aquests **sistemes sense fil** podem destacar els següents:

1) **Ràdio:** el sistema clàssic de transmissió d'ones de ràdio permet la comunicació a distància entre emissors i receptors. Tot i que és un sistema molt popular i estès, presenta molts inconvenients per a la transmissió de dades digitals, ja que se'n deriven moltes pèrdues de informació. No obstant això, atesa la

### Reflexió

Tracteu d'imaginar les possibilitats d'un sistema deslocalitzat d'interacció en què l'usuari i els actuadors es troben en llocs del món diferents.

### Reflexió

Com a exercici de prospectiva, intentem pensar en les possibilitats funcionals d'un disseny interactiu basat en l'operació remota d'electrodomèstics.

seva generalització i un cert romanticisme, no cal descartar-ne l'ús en determinats projectes. Habitualment, les transmissions de ràdio es codifiquen modulant-ne l'amplitud de les ones (AM) o bé modulant-ne la freqüència (FM). Les ones de radiofonia clàssiques es mouen en un rang entre els 100 kHz i els 100 MHz.

2) **Wi-Fi:** el sistema Wi-Fi permet grans velocitats de transmissió de dades, i està molt estès en el context de la transmissió domèstica de senyals d'Internet. És molt adient per a la transmissió de dades digitals, tot i que no és tan fiable com la connexió per cable Ethernet, ja que també presenta pèrdues i retards irregulars en l'arribada dels paquets d'informació. El rang freqüencial de transmissió de dades està al voltant dels 2,4 GHz.

3) **Zigbee:** el sistema Zigbee s'ha fet molt popular entre la comunitat de desenvolupadors de sistemes electrònics encastats, ja que permet un sistema de transmissió descentralitzada de dades (no s'ha de passar per un servidor central) i és relativament barat i senzill de configurar. Arduino hi és compatible.

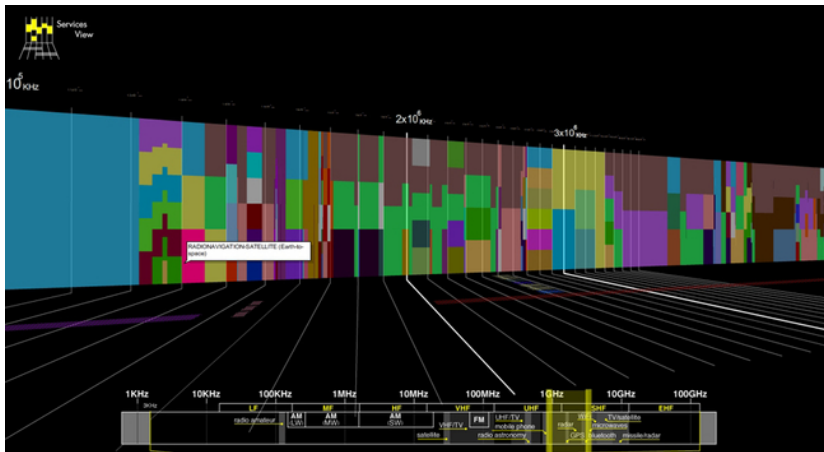
4) **Bluetooth:** aquest sistema, present en molts computadors portàtils i telèfons mòbils, és molt popular i relativament barat. És un sistema comparable a Zigbee que es mou dins el rang de transmissió freqüencial entre 1 GHz i 4 GHz.

5) **3G:** les xarxes de telefonia mòbil de tercera generació (3G) permeten la transmissió de dades a través de satèl·lits centralitzats de telefonia. Tot i que l'accés a la transmissió i la recepció de dades a través del sistema 3G continua, de moment, delimitat a l'ús de telèfons mòbils i PDA, hi ha una gran previsió de desenvolupament d'aquest tipus de tecnologia en el futur proper.

6) **GPS:** el sistema GPS permet la geolocalització de dispositius a través de satèl·lit, amb errors aproximats d'un metre.

7) **RFID:** el sistema d'identificació per radiofreqüència s'usa com a sistema de seguretat antirobatori en productes de consum, com a sistema d'identificació i posicionament per triangulació de dispositius, o com a dispositiu d'identificació personal (en targetes clau dels hotels, per exemple). Es tracta més aviat d'un sistema d'identificació que no pas d'un sistema de transmissió de dades, però pot ser útil en situacions i en dissenys específics determinats.





Tipus de dades transmises  
Visualització gràfica de l'espectre radioelèctric.  
Font: Atlas de l'espai electromagnètic. Irma Vilà, J. Luis de Vicente, Bestiario.  
[www.spectrumatlas.org](http://www.spectrumatlas.org)

### 3. Dissenyant interaccions

En aquest mòdul proposem l'aprofundiment en dos dels protocols de dades més populars entre els dissenyadors d'interaccions: OSC i *Serial*.

#### 3.1. OSC

Protocol de comunicacions que permet comunicar instruments de música, computadores i altres dispositius multimèdia (per exemple, mòbils o PDA equipats amb Bluetooth o Wi-Fi) pensat per a compartir informació en temps real sobre una xarxa.

Apareix com a substitut del MIDI, respecte del qual és molt superior en característiques i capacitats.

La majoria de programari multimèdia en temps real de darrera generació és compatibles amb OSC. Per tal de fer-ne un petit repàs, a continuació teniu una llista de programaris compatibles amb OSC:

- **Programari d'àudio:**  
Reaktor/Iannix/Ardour
- **Programari de vídeo:**  
Resolume/Modul8/VDMX
- **Entorns de programació:**  
QuartzComposer / Processing / Open Frameworks / Max/MSP / PureData / Arduino
- **Altres:**  
TouchOSC / Lemur

Per tal de poder rebre i enviar dades OSC entre diferents aplicacions o entre diferents computadores, hem de configurar una xarxa local. Per regla general, assignarem IP estàtiques correlatives a cadascuna de les màquines de la xarxa. Un cop configurada la xarxa, configurarem els servidors i els clients OSC per tal que enviïn i rebin les dades a la IP o des de la IP i el port que ens interessa. A més, haurem de definir una serie d'etiquetes (*tags*) identificadores per a cadascun dels missatges que volem enviar o rebre, per tal d'identificar-los i dirigir-los cap al paràmetre corresponent.

Com a exemple d'etiquetatge i funcionament dels paràmetres OSC podem proposar el següent:

```
/alumne1/sintetitzador/volum 0.15  
/alumne1/ritme/tempo 0.23  
/alumne1/video/opacitat 0.63
```

En aquest cas, estem enviant tres paràmetres OSC a les subrutes *synthetizador*, *ritme* i *video* de la ruta *alumne1*, amb tres valors diferents per a cada paràmetre. Un cop mapades aquestes dades, podrem assignar aquests valors de control als paràmetres de volum, tempo i opacitat d'un sintetitzador audiovisual.

### 3.2. *Serial*

Tot i que ja n'hem fet una ressenya en el mòdul sobre dispositius electrònics i Arduino, val la pena aprofundir en el funcionament d'aquest protocol i mostrar-ne un cas específic.

Com hem vist, el protocol Serial es basa en la transmissió serialitzada de paquets de bytes (8 bits: valors entre 0 i 255).

Aquesta transmissió es fa a una velocitat específica, anomenada *BaudRate*, determinada en bits per segon (bps). Hem de seleccionar bé el valor del *BaudRate*, ja que si estem dissenyant un sistema amb un gran volum de transmissió d'informació en sèrie, necessitem suficient amplada de banda per a tot aquest volum d'informació.

Es tracta de trobar un equilibri entre velocitat de transmissió i seguretat de la comunicació, ja que molts sistemes a *BaudRates* alts no són 100% fiables, sobretot si el cablejat és de baixa qualitat.

Un cop definida una velocitat de transmissió de dades en bps, caldrà analitzar bé les necessitats de comunicació del nostre sistema i dissenyar un sistema de transmissió/recepció de dades serialitzades.

Posem per cas que volem rebre dos grups de dades d'un rang numèric entre 0 i 2.048. Cadascun d'aquests dos grups de dades mourà un motor connectat a Arduino.

Necessitarem, doncs, com a mínim, dos valors diferenciats:

- 1) Un valor identificador del motor que volem moure (motor 1 o motor 2).
- 2) Un valor de posicionament d'aquest motor.

Com que els valors de posicionament dels motors excedeixen el byte (recordem que un byte pot emmagatzemar valors entre 0-255, i nosaltres necessitem poder emmagatzemar valors entre 0 i 2.048), necessitarem construir aquest valor amb operacions de 2 bytes.

Una possibilitat seria fer algun constructe matemàtic del tipus:

El valor enviat està entre 0 i 255

Byte 1: 0

Byte 2:  $0 < n < 255$

El valor enviat està entre 256 i 511

Byte 1: 1

Byte 2:  $0 < n < 255$

El valor enviat està entre 512 i 767

Byte 1: 2

Byte 2:  $0 < n < 255$

Seguint aquest sistema, podem construir valors fins a  $256^2$  de la manera següent:

```
valor=(byte1*255)+byte2;
```

Finalment, podem implementar aquest sistema en el codi d'Arduino de la manera següent:

```
if (Serial.available()>2){  
  
    val1=Serial.read();          //id motor  
  
    val2=Serial.read();          //constructe rotacio1  
  
    val3=Serial.read();          //constructe rotacio2  
  
    rotacio=(val2*255)+val3;  
  
}
```

Aquesta no és l'única manera de transmetre valors numèrics més grans que un byte a Arduino: n'hi ha altres mètodes (per exemple, concatenant tants bytes com xifres tingui el nombre que volem enviar, codificant cadascuna de les xifres amb el seu valor ASCII) i cada cas específic pot presentar les seves particularitats, per això és molt important identificar *a priori* les necessitats de transmissió i recepció de dades que tindrà el nostre sistema.

## 4. Més enllà. Recursos específics

### 4.1. Recepció de dades d'Internet. Minería de dades (*data mining*)

Dins d'aquesta àrea de comunicació per la Xarxa, s'obren un seguit de possibilitats molt interessants en el camp del disseny interactiu i l'experimentació creativa a partir de l'adquisició de dades en temps real provinents de bases de dades en línia (*on-line*).

La recerca en línia d'aquest tipus de dades s'anomena **minería de dades** (*data mining*), i és realment sorprenent la quantitat de valors actualitzats en temps real que podem trobar a Internet.

Hi ha dues estratègies bàsiques d'extracció de dades:

- l'ús dels agregadors (*feeds*) RSS, o
- l'anàlisi (*parsing*) de webs.

Els agregadors RSS són un tipus de dades empaquetades amb la intenció de ser compartides entre diferents plataformes.

Entorns de programació com processament (*processing*) són compatibles amb biblioteques que s'encarreguen de rebre aquests agregadors de la Xarxa.

L'anàlisi, d'altra banda, és un mètode de "força bruta" que implica analitzar tot un web per tal de trobar-ne els camps que són actualitzats en temps real, i per tant contenen dades valuoses en el sentit del disseny d'interaccions.

En aquest web podeu trobar una descripció detallada d'un procés d'anàlisi:

<http://dataleech.wordpress.com/>

En aquesta línia, també és interessant el projecte [www.pachube.com](http://www.pachube.com), que pretén esdevenir un punt de centralització de dades provinents de sensors ubicats arreu del món i que ofereixen les dades de captació ambiental en obert, per tal de facilitar la creació de projectes basats en l'anàlisi de dades provinents de contextos remots.

#### Exemple

Penseu en dades provinents de les cotitzacions borsàries, dades de seguiment GPS de grups de fauna en perill d'extinció, dades provinents d'estacions d'observació astronòmica, etc.

#### Agregadors RSS

Molts diaris, publicacions en línia i fins i tot blogs personals fan servir aquest sistema per a compartir titulars o opinions de manera distribuïda a la Xarxa.

