AIS
un anno dopo!

Adelmo De Santis AKA - IZ6CUS

Ottobre 2014

Breve riassunto della puntata precedente.

Sistemi AIS

Sono studiati per fornire la capacità di comunicare informazioni sulla nave ad altre unità marittime o ad autorità costiere.

Secondo il regolamento il sistema AIS deve:

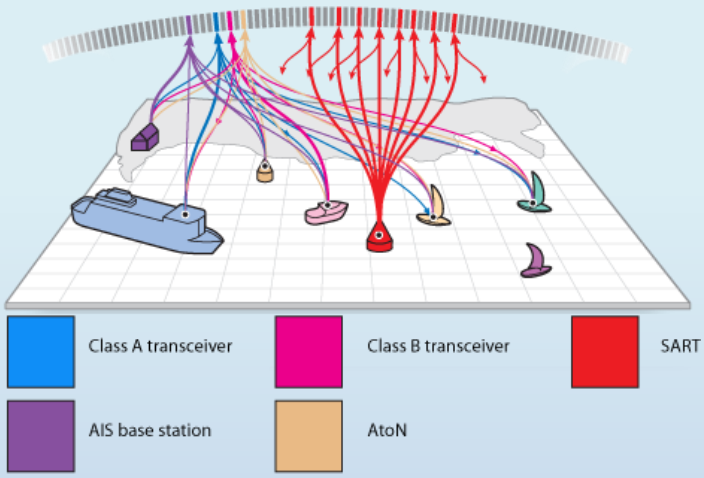
- Fornire informazioni sulla identità, tipo, posizione, rotta, velocità, stato di navigazione della imbarcazione;
- Ricevere automaticamente queste informazioni da imbarcazioni che hanno lo stesso dispositivo;
- Scambiare dati con le stazioni costiere.

Breve riassunto della puntata precedente.

Stazioni possono essere di tipo:

- A – devono potere inviare tutte le tipologie di messaggi AIS ed accedono al canale in modo SOTDMA;
- B – usano solo un sottoinsieme delle potenzialità del protocollo e possono accedere al canale in modo:
  - SOTDMA
  - CSTDMA
- Stazioni di tipo AIDs to navigation;
- Limited Base station.
- Search and rescue mobile aircraft.
- Repeater station.
- AIS search and rescue transmitter.

Breve riassunto della puntata precedente.



Breve riassunto della puntata precedente.

Dal punto di vista puramente «comunicazionistico»:

Frequenze operative: 161.975 MHz e 162.025 MHz;

Codifica NRZI;

Modulazione: GMSK;

Bit rate: 9600 bps

Potenza di trasmissione: 12W o 2.5W.

Vengono utilizzate delle sequenze di training in ogni trasmissione che sono lunghe 24 bit e che consistono di 1 e 0 alternati.

Breve riassunto della puntata precedente.

Sono previsti 27 differenti tipologie di messaggio.

L'attenzione è stata focalizzata sull'analisi dei dati dei messaggi di tipo «4»

Message ID	Name	Description	Priority	Access scheme	Communi-cation state	M/B
1	Position report	Scheduled position report; (Class A shipborne mobile equipment)	1	SOTDMA, RATDMA, ITDMA(1)	SOTDMA	M
2	Position report	Assigned scheduled position report; (Class A shipborne mobile equipment)	1	SOTDMA(9)	SOTDMA	M
3	Position report	Special position report, response to interrogation; (Class A shipborne mobile equipment)	1	RATDMA(1)	ITDMA	M
4	Base station report	Position, UTC, date and current slot number of base station	1	FATDMA(3), (7), RATDMA(2)	SOTDMA	B

Breve riassunto della puntata precedente.

Esempio: dati ricevuti

```
!AIVDM,1,1,,A,402FhbiuiKWMT0ruurI8Q5Q00HE8,0*6D
```

```
!AIVDM,2,1,9,A,53TkKd02<k9U=T<H001=E0E8H5=B1PT00000000t4:W5D5K?N@PC
PkkP@000,0*6D
!AIVDM,2,2,9,A,00000000000,2*2D
```

```
!AIVDM,1,1,,A,35??505P000um@THuPQ:j?wl0P00,0*54
```

Breve riassunto della puntata precedente.

L' idea:

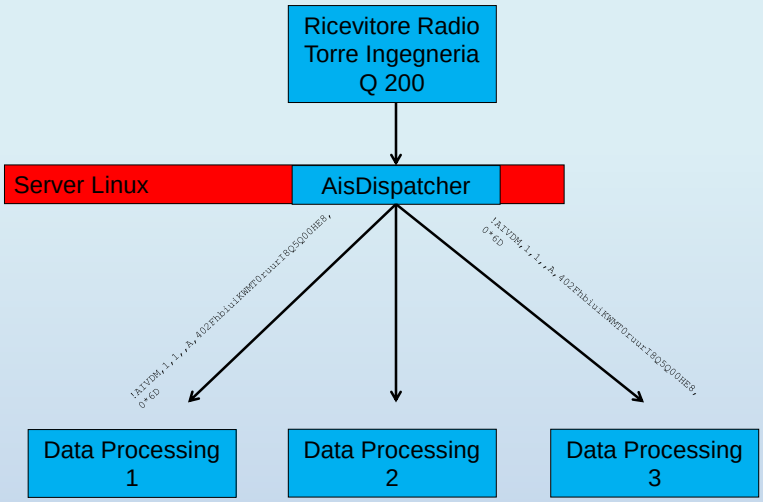
Utilizzare i position reports delle imbarcazioni e delle stazioni fisse per cercare di elaborare un modello di propagazione delle onde elettromagnetiche sul mare.

Possibili sviluppi:

- Analisi della copertura delle reti di comunicazione mobile in ambiente marino;
- Analisi della propagazione di segnali televisivi oltre l'orizzonte radio;
- Estensione del modello a frequenze superiori.
- Sicurezza della navigazione:
    - Copertura radio sensiente per comunicazioni radio;
    - Corridoio di avvicinamento «sicuro».

Breve riassunto della puntata precedente.

Stazione radio @UNIVPM



Breve riassunto della puntata precedente.

Decodifica dei messaggi ricevuti

- Non tutte le tipologie di messaggio sono interessanti per il nostro scopo.
- Attenta selezione per minimizzare il codice (real-time).
- Registrazione dei dati su database (MySQL) e file di testo.
- Analisi dei dati in tempo reale con script in bash.
- Analisi dei dati batch con script in php.
- Codice SPERIMENTALE – In costante evoluzione e cambiamento!!!

Breve riassunto della puntata precedente.

Esempi di decodifica – Tipo 4

```
V 1.7
16-Apr-2013 15:04:16
DEBUG: valore di pkt !AIVDM,1,1,,B,402FhPAumC`i;0vAbjHrqSG00<1O,0*57
Messaggio tipo4
DEBUG - Sopra 180
Message Type                                    valore: 4
Repeat Indicator                                valore: 0
MMSI                                            valore: 2470017
Year                                            valore: 2013
Month                                           valore: 5
Day                                             valore: 7
Hour                                            valore: 8
Minute                                          valore: 49
Second                                          valore: 11
Fix Quality                                     valore: Accuracy > 10m - GNSS FIx
Longitude                                       valore: 13.6044
Latitude                                        valore: 43.5514
Type of EPFD                                    valore: Surveyed
Spare                                           valore: 0000000000
RAIM Flag                                       valore: Not In Use
SOTDMA                                          valore:
Distanza                                        valore: 8094
Heading                                         valore: 119
```

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

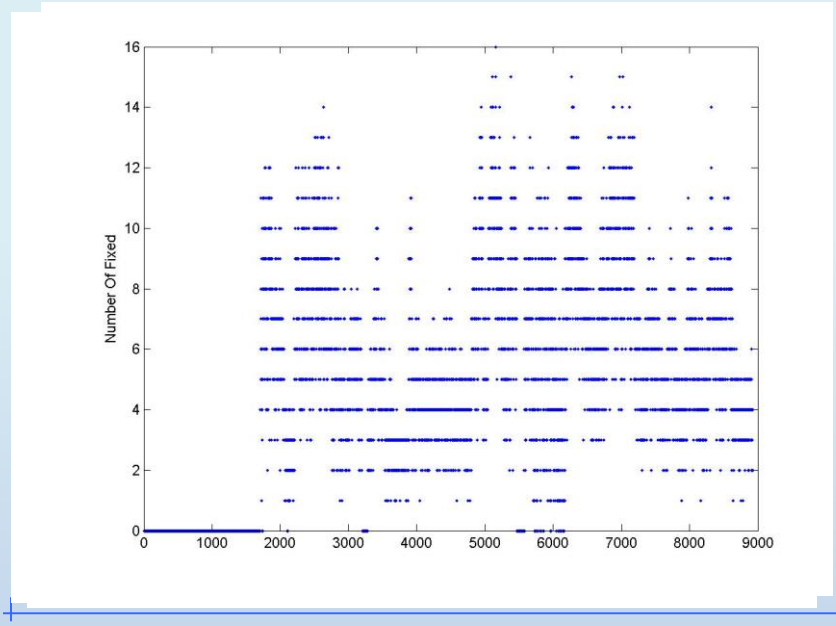
Dati presenti nel database:

Anno	2012	2013	2014
Numero entries “Base Stations”	303796	322939	1009858
MMSI distinti “Base Stations”	31	69	93
Numero entries “AtoN”	284549	1473975	2675551
MMSI distini “AtoN”	35	72	97

Crescita del numero delle stazioni costiere catalogate.

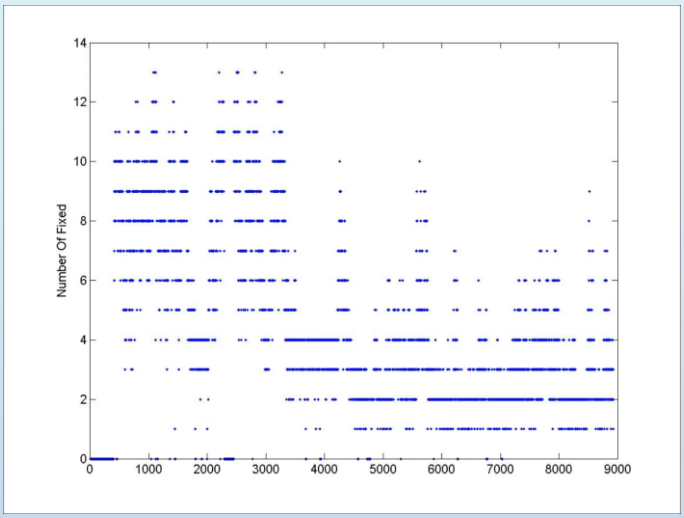
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Stazioni Fisse – andamento temporale



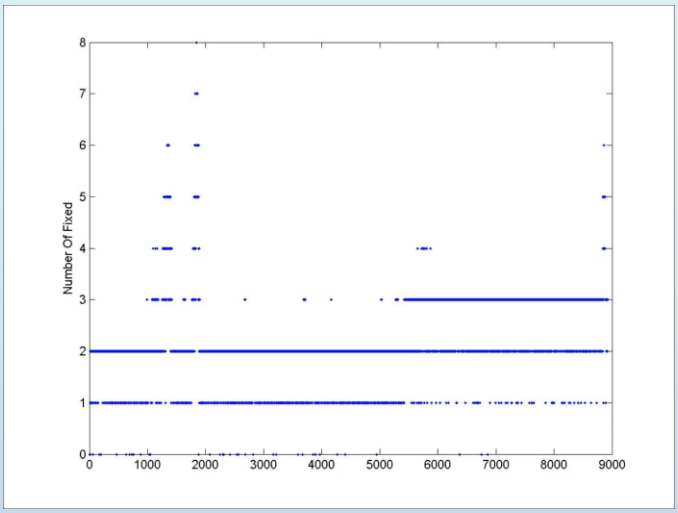
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Variazione su base annuale 2012:



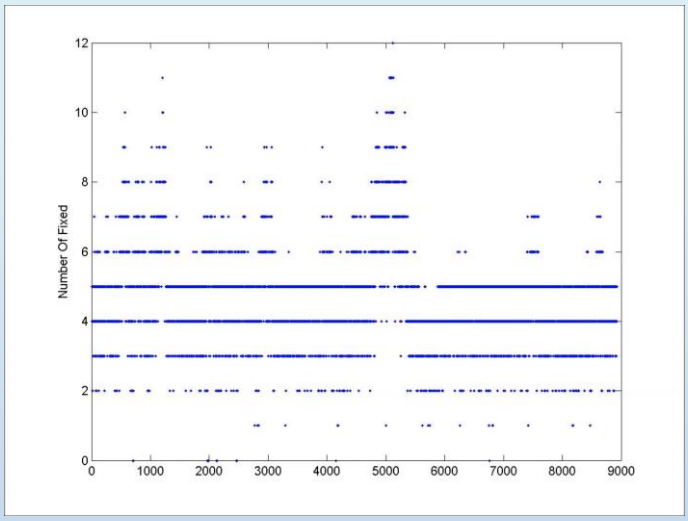
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Variazione su base annuale 2013:



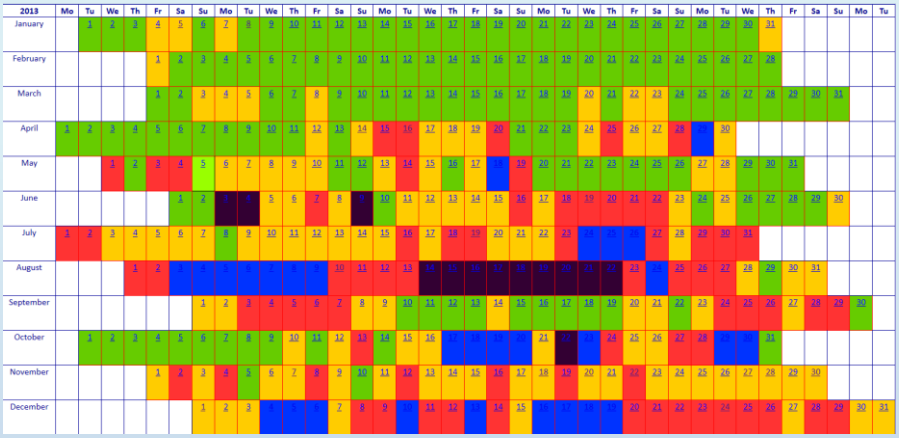
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Variazione su base annuale 2014:



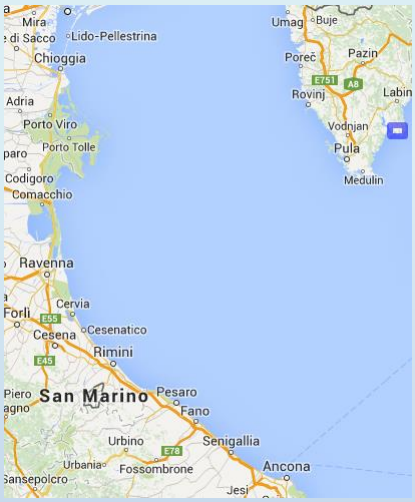
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse - Beacon

Sistema di analisi «automatico»



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse - Beacon

Idea: confrontare i dati sulla numerosità delle stazioni fisse con il segnale di un Beacon.



9A0BVS/B

- Locator JN74BX
- Potenza 5W
- Polarizzazione Orizzontale
- 144.478 MHz.

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse - Beacon

Salvare periodicamente i dati su disco:

- S-Meter;
- Banda base: intensità e frequenza del picco del segnale demodulato;

Contattato l'autore del software, scambio di email ma nessun feedback.

Sistema di acquisizione:

- Ricevitore PM-SDR 2.2 con scheda Downconverter;
- Software: HDSDR v 2.61 (dati raccolti nel 2013);
- Disabilitati NB ed AGC;
- Salvataggio dell'audio demodulato su PC;
- Obbiettivo: analisi dell'intensità del segnale ricevuto;

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse - Beacon

Periodo di ricezione: 13 Maggio 2013 -> 31 Novembre 2013

1370 Files e 350 GB di dati

Calcolatore: ABACO con CPU Atom 330 e alimentazione a 12V

Batteria di backup e stanza non climatizzata

PM-SDR acceso per 4 mesi senza interruzione: perfetto!

Dati raccolti e trasferiti su NAS per il processamento con MATLAB.

Obbiettivo

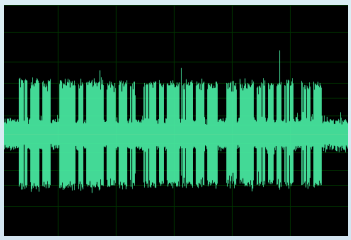
ottenere un andamento qualitativo dell'intensità del segnale nel tempo.

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse - Beacon

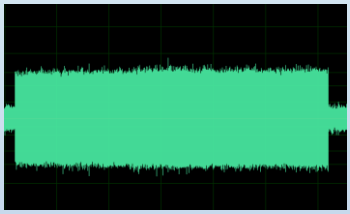
Frammento audio di riferimento

Due sezioni:

- Identificativo della stazione

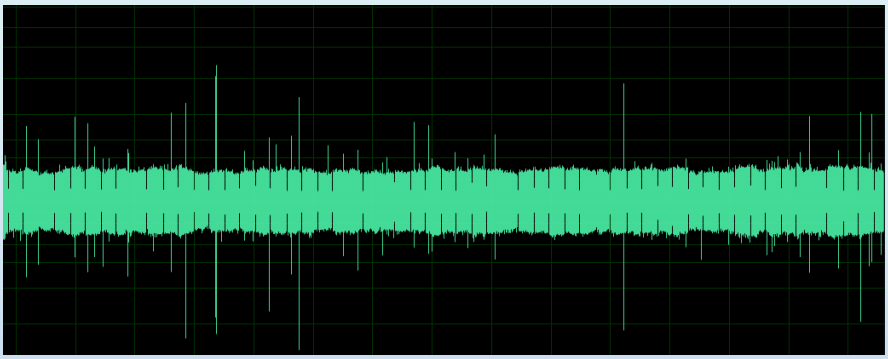


- Tono continuo

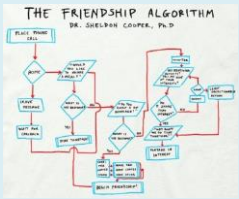


Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse - Beacon

Variazione dell'ampiezza visibile anche ad «occhio nudo»



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse



Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A

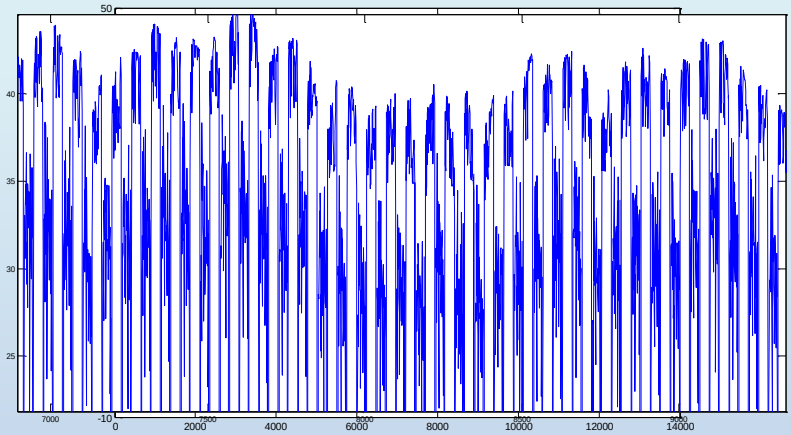
Passi principali dell'algoritmo

- Identificazione della data e dell'ora di scrittura del file;
- Lettura del file wav e posizionamento dati in un array;
- Determinazione del numero di campioni e frequenza di campionamento;
- Calcolo della durata del file;
- Determinazione dell'ora di inizio della scrittura del file;
- Analisi del file in intervalli di 1 secondo;
    - Calcolo della FFT e rappresentazione dei valori in scala logaritmica;
    - Popolamento di una matrice con il valore massimo in ampiezza;

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A

Passi principali dell'algoritmo – MaxFrame



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A

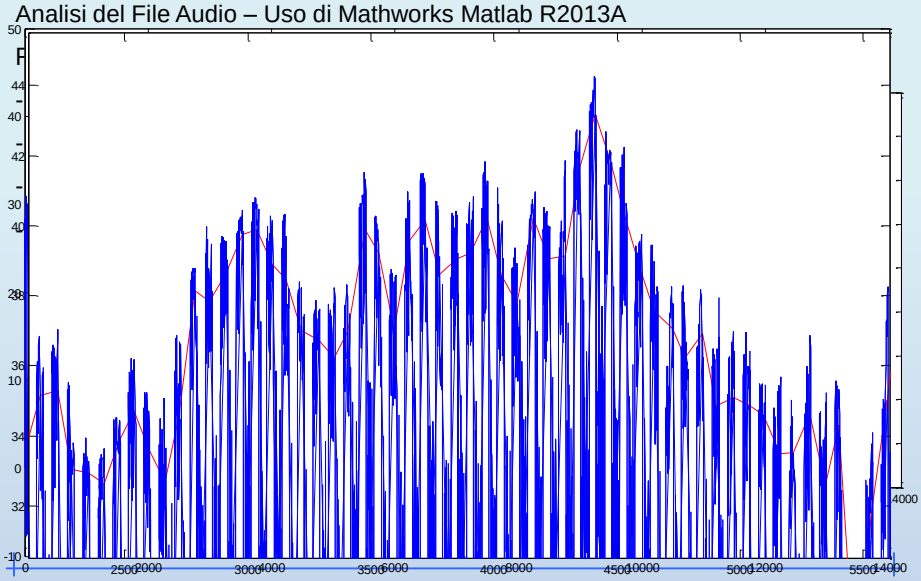
Passi principali dell'algoritmo –

- I dati vengono anche scritti su un file di testo per un ulteriore processing.

```
20130701-033951  83.000000  54.578388
20130701-034054  146.000000  54.732921
20130701-034201  213.000000  56.020581
20130701-034258  270.000000  55.882613
20130701-034406  338.000000  55.622609
20130701-034504  396.000000  56.904503
20130701-034611  463.000000  57.777181
```

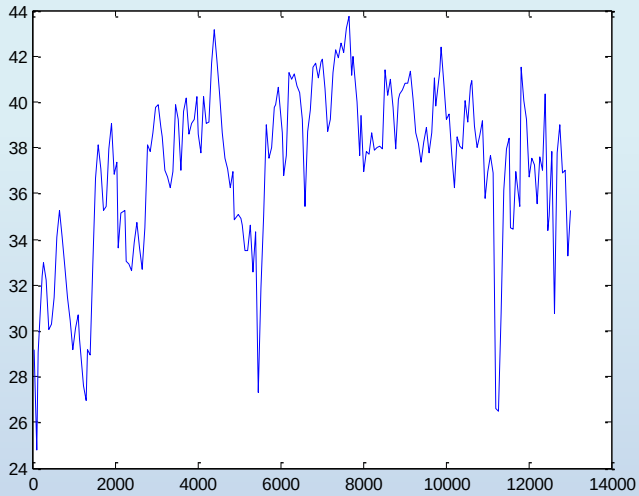
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A

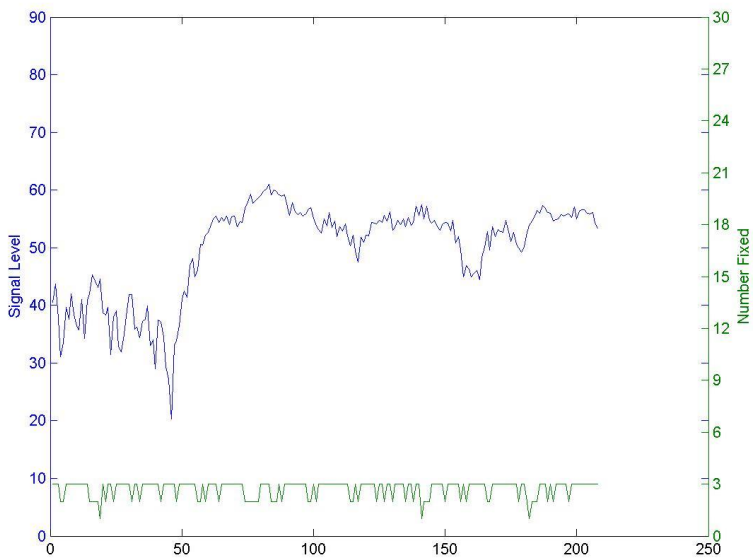


Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A

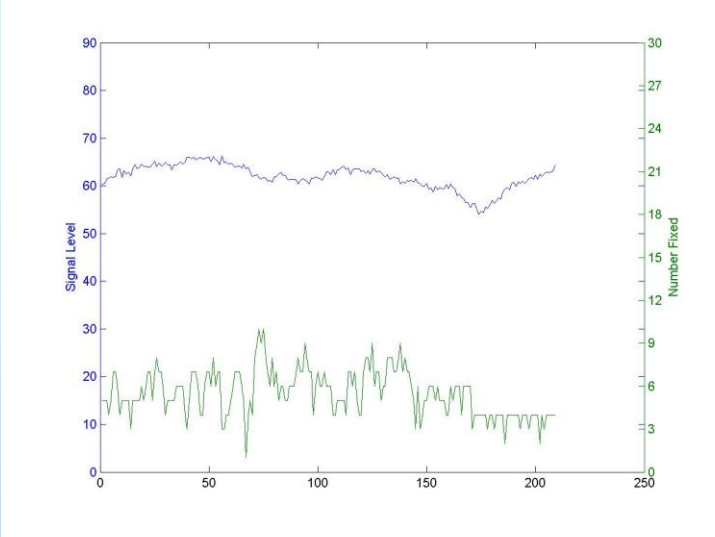
- Successive elaborazioni:
  - Confronto dell'andamento del segnale con il numero di stazioni fisse
  - Script in PHP: legge i dati generati da matlab ed effettua query su DB
  - Il nuovo file di testo generato viene processato da MATLAB per i grafici.

```
20130701-033951,83.000000,54.578388,0,0,3
20130701-034054,146.000000,54.732921,0,0,4
20130701-034201,213.000000,56.020581,0,0,1
20130701-034258,270.000000,55.882613,0,0,1
20130701-034406,338.000000,55.622609,0,1,4
20130701-034504,396.000000,56.904503,0,0,4
20130701-034611,463.000000,57.777181,0,0,5
20130701-034714,526.000000,58.054606,2,2,5
20130701-034814,586.000000,57.932903,1,1,5
20130701-034919,651.000000,58.537660,0,1,5
20130701-035013,705.000000,57.701155,1,1,4
```



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A – Risultati



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A – Risultati

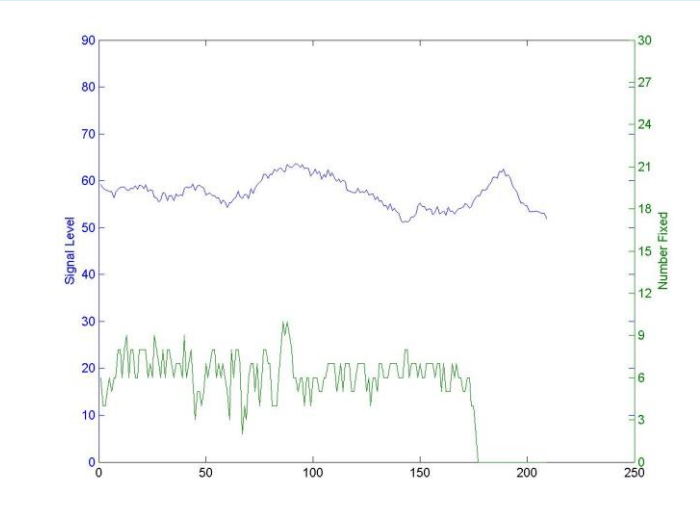
- Scarsa evidenza di correlazione tra l'intensità del segnale e il numero delle stazioni fisse ricevute.

Possibile Spiegazione?

- 1 solo beacon coinvolto nella acquisizione dati;
- La propagazione può interesare altre zone;
- Nessuna certezza sulla effettiva operatività delle stazioni base;
- Necessità di un altro «centro di ascolto» per scambio dati;

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

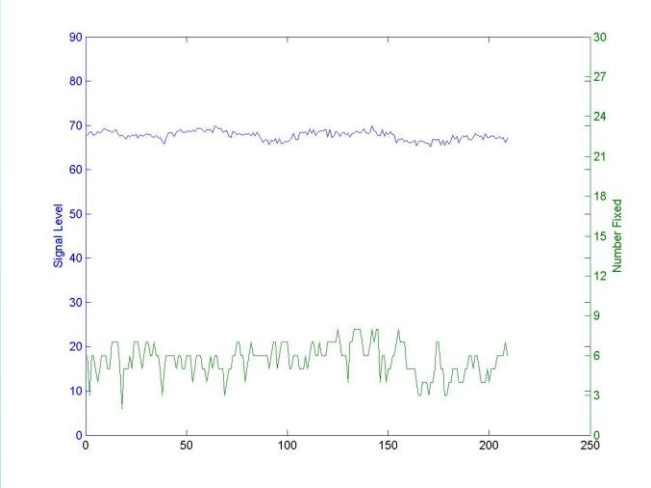
Analisi del File Audio – Uso di Mathworks Matlab R2013A –



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Alla ricerca della «correlazione» perduta.

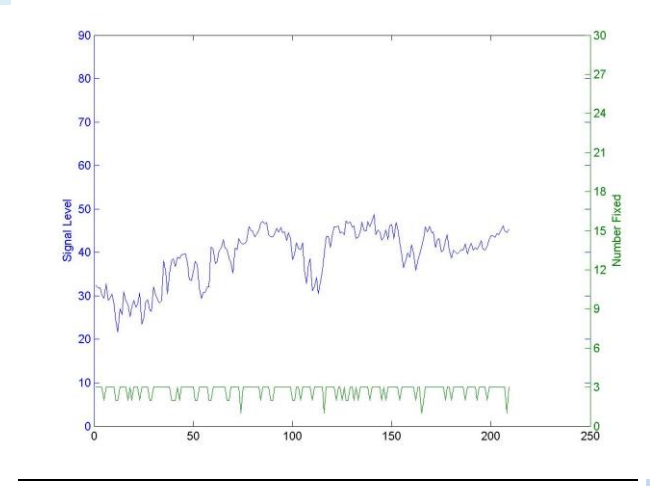
Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con i le mappe di dxinfocenter.



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con i le mappe di dxinfocenter.

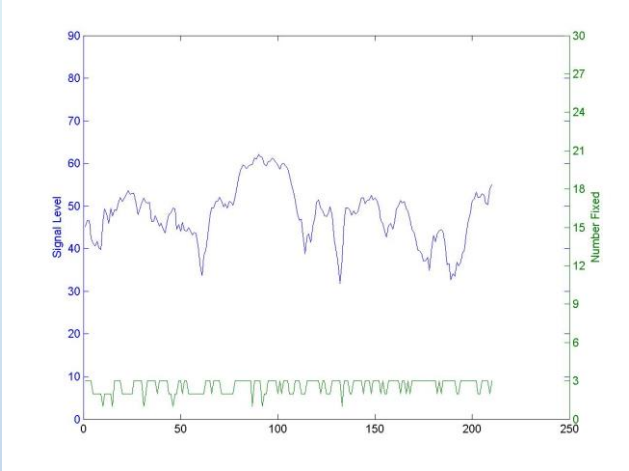
Alcuni dettagli: 28 maggio – presenza di condizioni buone per il tropo localizzate.



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

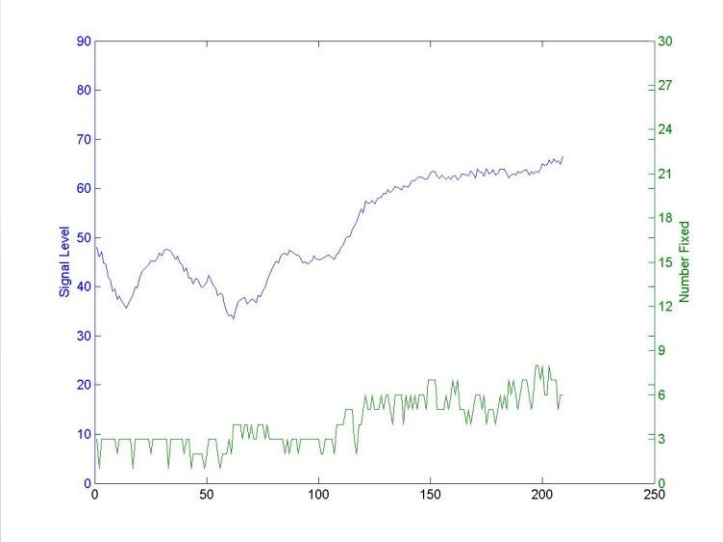
Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con i le mappe di dxinfocenter.

Alcuni dettagli: 28 maggio – presenza di condizioni buone per il tropo localizzate.



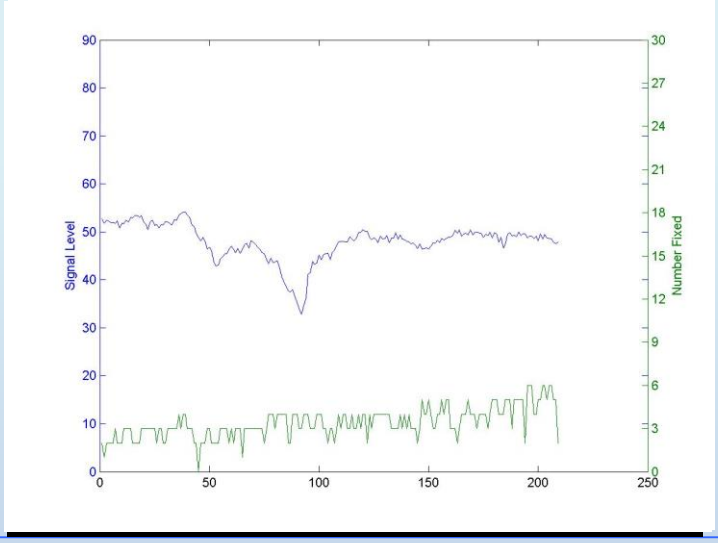
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con i le mappe di dxinfocenter.



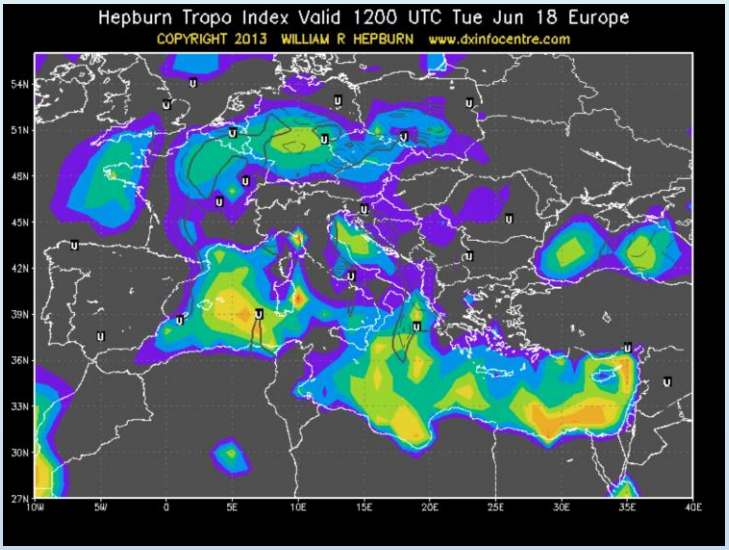
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con i le mappe di dxinfocenter.



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

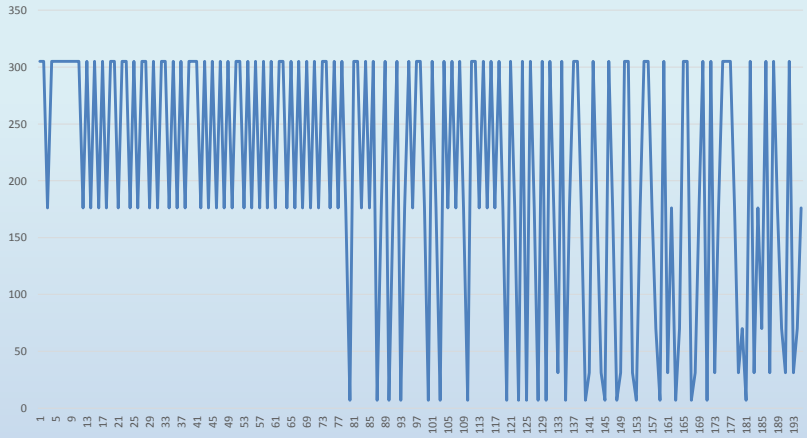
Confronto del numero di stazioni fisse ricevute con i le mappe di dxinfocenter.



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con i le mappe di dxinfocenter.

Stazioni con distanza maggiore di 50km in 24 ore, azimut.



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

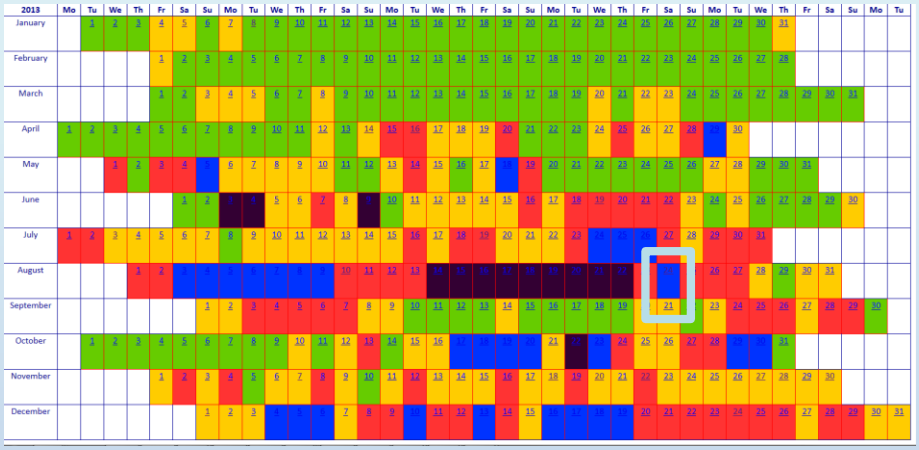
Confronto del numero di stazioni fisse ricevute con i le mappe di dxinfocenter.

MMSI	Distance	Occurrences as for 19 7 2013
2386020	148561	177
2386030	120711	93
2386050	205689	4
2386070	166186	6
2386080	132265	112
2386100	172188	5
2386130	219982	5
2470017	8094	269
2470019	240735	14
2470057	89699	151
2470059	63342	264

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto del numero di stazioni fisse ricevute con i le mappe di dxinfocenter.

Analisi inversa: dal numero di stazioni -> analisi della propagazione.



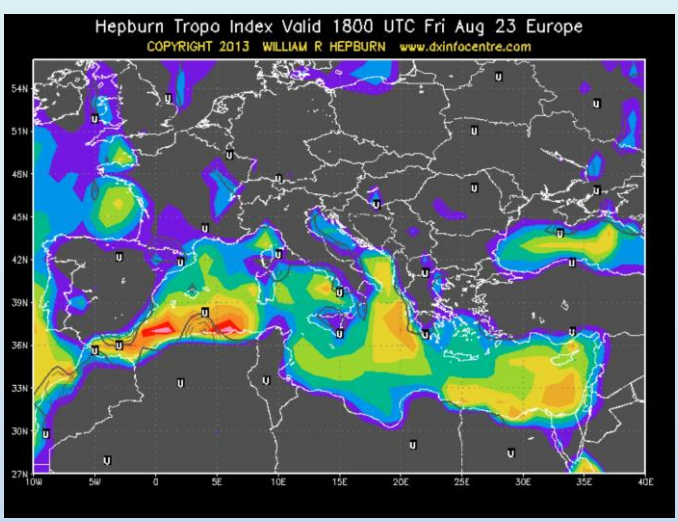
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con i le mappe di dxinfocenter.

MMSI	Distance	Occurrences as for 24 8 2013
123456	120720	3
2386020	148561	151
2386030	120711	98
2386050	205689	101
2386070	166186	161
2386080	132265	226
2386130	219982	103
2386160	287031	3
2470017	8094	262
2470019	240735	90
2470020	232921	2
2470025	166425	10
2470057	89699	267
2470058	217152	2
2470059	63342	265
2780200	218567	32

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

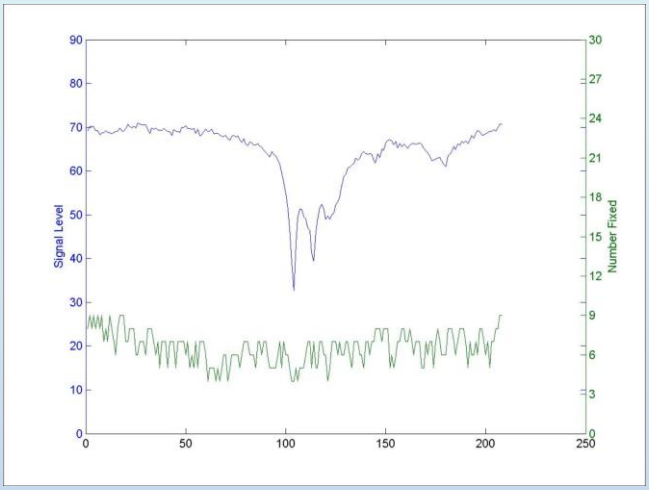
Confronto del numero di stazioni fisse ricevute con i le mappe di dxinfocenter.



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

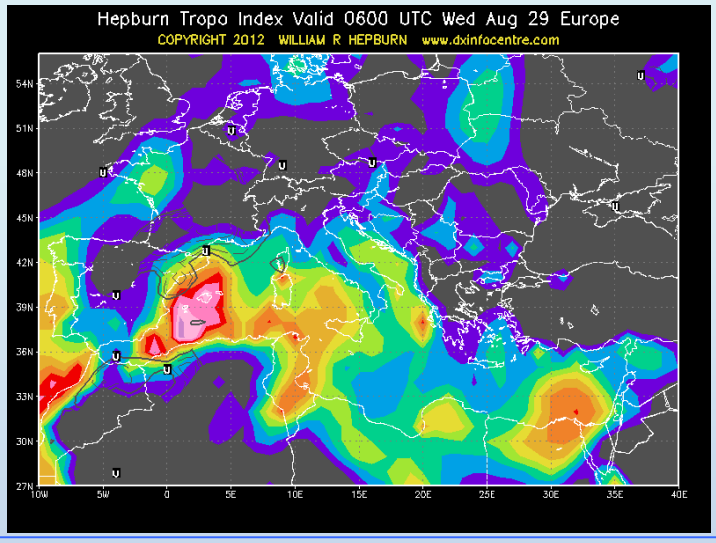
Confronto del numero di stazioni fisse ricevute con i le mappe di dxinfocenter.

E il segnale del beacon?



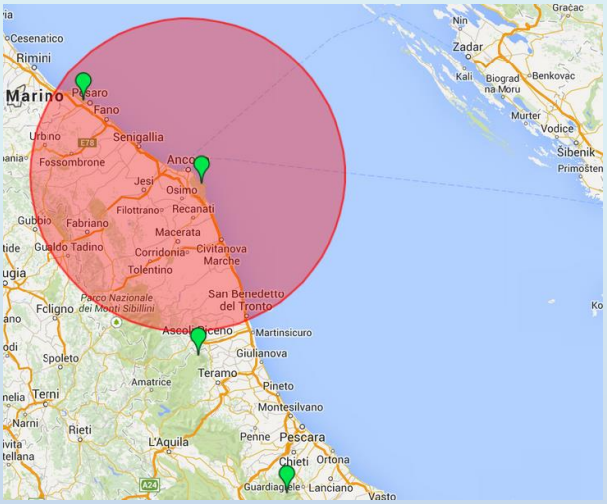
Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto del numero di stazioni fisse ricevute con i le mappe di dxinfocenter.



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto del numero di stazioni fisse ricevute con i le mappe di dxinfocenter.

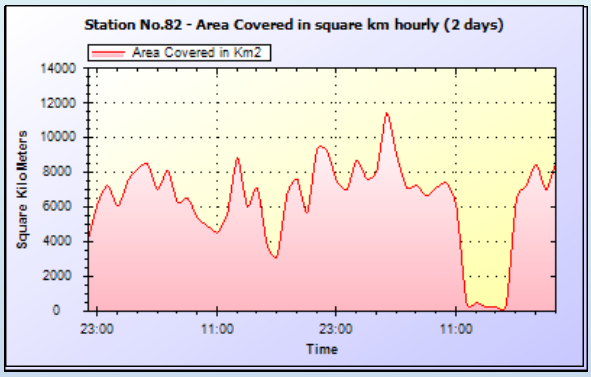


Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto del numero di stazioni fisse ricevute l'indicazione di area coperta.

Periodo di riferimento: 21-27 Luglio 2013

21
22
23
24
25
26
27



Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

Confronto dell'intensità del segnale ricevuto con le mappe di dxinfocenter.

Conclusioni

- Buon match con i dati immagazzinati dal sistema;
- Confermano una possibile correlazione tra fenomeni propagativi e numero delle stazioni fisse ricevute;
- Mappare le stazioni fisse in tempo reale -> avere una idea di come stanno evolvendo le condizioni di propagazione

Analisi dei dati raccolti – stazioni fisse

In pratica?

- Accesso al sito e verifica periodica del numero di stazioni fisse ricevute (Real Time);
- Invio automatico di notifica:
    - Se il numero di stazioni con distanza superiore ad una soglia aumenta;
    - Se l'area coperta dal sistema aumenta;

Previsioni di realizzazione? 2Q 2015