

IMAGING DI CANALI SOTTILI PER APPLICAZIONI BIO-MEDICALI

Guido Ala[#], Pietro Cassarà⁺, Elisa Francomano^{*}, Salvatore Ganci[#]

Università degli Studi di Palermo
[#]DEIM, ^{*}DICGIM
 Viale delle Scienze, Palermo

⁺ CNR - ISTI “A. Faedo”,
 via G. Moruzzi 1, Pisa

Le tecniche di *imaging* svolgono un ruolo fondamentale di supporto alla diagnostica in campo medico sia per l'individuazione di patologie che per la caratterizzazione di strutture biologiche. Tali tecniche, basate sull'impiego di onde elettromagnetiche spesso nel campo delle radiazioni ionizzanti, coinvolgono in genere ampie porzioni del corpo umano o dell'organo da analizzare, anche quando l'indagine è mirata ad aree di modesta estensione. L'obiettivo della ricerca è quello di mettere a punto un metodo di *imaging* per la caratterizzazione geometrica di canali sottili per applicazioni bio-medicali focali, basato su radiazioni non ionizzanti. Un sistema emettitore che comprende un'antenna filare, flessibile, inserita nel canale in indagine e che ne assume la forma, irradia un campo elettromagnetico ad alta frequenza; una schiera di opportuni sensori miniaturizzati, disposti in prossimità del canale, rileva il campo elettromagnetico generato dall'antenna.

Approssimando la geometria dell'antenna filare con una successione di segmenti rettilinei, la forma del canale è determinata attraverso l'individuazione delle coordinate geometriche degli estremi dei segmenti. Tali quantità incognite possono essere ottenute, a partire dalle misure di campo operate dai sensori, risolvendo un *problema inverso*. Tale problema può essere risolto minimizzando la differenza tra il vettore dei valori di campo misurati ed il vettore dei valori di campo calcolati nei punti in cui vengono posizionati i sensori, per date caratteristiche della sorgente di alimentazione dell'antenna e del mezzo circostante. D'altra parte, la risoluzione di un problema così posto, richiede un efficiente ed accurato solutore numerico del *problema diretto*. A tal fine viene impiegato il *metodo dei momenti* (MoM) attraverso *point-matching* nel dominio della frequenza nell'ipotesi *thin-wire*. Il problema, risulta non lineare rispetto alle coordinate degli estremi della spezzata cui l'antenna è stata assimilata: ci si avvale, in prima istanza, del metodo di Levenberg-Marquardt (LM) per la minimizzazione del funzionale (Figura 1).

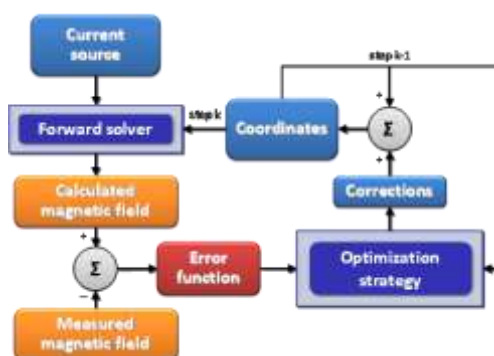


Figura 1 – Diagramma a blocchi dell'algoritmo.

Vengono riportati i primi risultati di simulazioni riferite alla ricostruzione della forma di un canale di lunghezza dell'ordine di qualche centimetro: tale geometria trova riscontro per esempio in ambito *endodontico* (Fig. 2), per il quale vengono impiegate speciali e costose frese. L'efficienza del processo endodontico è infatti strettamente legata alla possibilità di prevedere la forma del canale in cui andranno ad essere adoperate tali frese. Normalmente oggi questa informazione viene ottenuta mediante radiazioni ionizzanti (immagini radiografiche). La possibilità di ottenere tali informazioni mediante radiazioni non-ionizzanti costituisce un elemento di interesse per l'industria del settore. Per tale applicazione è stata scelta una frequenza di alimentazione dell'antenna pari a 100 MHz.



Figura 2

In Fig. 3 è mostrato un esempio di simulazione che stima con successo la forma del canale di lunghezza pari a 2.1 cm. I sensori sono disposti su un “pannello cilindrico”. La Tabella 1 riporta i dati della simulazione.

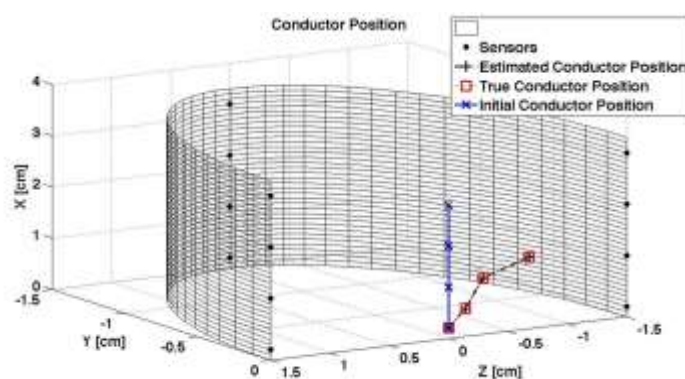


Figura 3 – Stima della forma del canale tramite sensori: lunghezza antenna 2.1 cm.

Current [mA]	Relative error	No. of iterations
0.1	3.05e-10	25
1	1.04e-09	17
5	1.75e-11	12
25	2.55e-12	8
50	1.00e-09	8

Tabella 1 – Corrente di alimentazione dell'antenna, errore relativo e numero di iterazioni del processo.

Un prototipo del sistema è in fase di realizzazione.

- [1] G. Ala, P. Cassarà, E. Francomano, S. Ganci, “Numerical Modelling of Electromagnetic Sources by Integral Formulation”, *International Conference SIMAI 2012*, Torino, Italy, June 2012.
- [2] G. Ala, P. Cassarà, E. Francomano, S. Ganci, “Numerical Solution of Electric Field Integral Equation for Thin-wire Piecewise Antennas Shape Reconstruction”, *International Conference ICACM*, Ankara, Turkey, October 2012.
- [3] G. Ala, P. Cassarà, E. Francomano, S. Ganci, “A Numerical Method for Imaging of Biological Microstructures by VHF Waves”, [arXiv:1304.7131 \[physics.comp-ph\]](https://arxiv.org/abs/1304.7131).