



# Il Telefono Cellulare come Strumento per la Individuazione Georeferenziata, la Tracciabilità di Soggetti Indagati e il Controllo della Linea Emozionale

R. Cusani, V. Mastronardi

**Abstract.** *Il telefono cellulare ha da tempo assunto un ruolo fondamentale nel campo investigativo e forense, evidente ormai anche al grande pubblico che segue con interesse dai giornali e dalle televisioni fatti di cronaca connessi alla scomparsa di persone o a crimini rimasti insoluti.*

*Ciò si verifica non solo riguardo l'intercettazione delle conversazioni, già largamente in uso per i telefoni "fissi", ma anche ai fini della ricostruzione degli spostamenti del cellulare ovvero del suo possessore. La rete cellulare permette infatti sia l'inseguimento in tempo reale di un telefono posto sotto sorveglianza, tramite l'analisi dei segnali che esso scambia con le antenne fisse, sia la ricostruzione in differita degli spostamenti basata sui tabulati telefonici forniti dall'operatore di telefonia mobile utilizzato da quel cellulare.*

*In tale contesto talvolta insorgono curiose anomalie poco note ai non-esperti del settore che se non rivelate opportunamente possono condurre ad interpretazioni erranee riguardo la posizione effettivamente assunta dal telefono, con pesanti riflessi sulla correttezza delle indagini e sulle conclusioni degli investigatori e dei giudici.*

*Nel presente lavoro vengono introdotti e discussi alcuni di questi fenomeni, con l'obiettivo di fornire un contributo di conoscenza utile agli operatori del settore investigativo e forense. In particolare, viene mostrato come l'informazione di localizzazione offerta dalla conoscenza della antenna cui risulta connesso un telefono cellulare debba essere opportunamente verificata alla luce della conoscenza dei fenomeni sopra menzionati.*

**Keywords:** Localisation, Cellular phone

## 1. Localizzazione dell'utente nel sistema radiomobile cellulare GSM

Il sistema radiomobile cellulare, sia di tipo GSM che UMTS, presenta una struttura estremamente complicata, per lo più comprensibile solo agli specialisti del settore. Nel seguito faremo riferimento al solo GSM, con considerazioni che in linea di massima risultano valide anche per l'UMTS. Per approfondimenti sul GSM si rimanda ai testi [1][2][3], mentre [4] ne evidenzia alcuni aspetti rilevanti nell'abito processuale.

E' ben noto che un terminale mobile GSM, comunemente indicato come "telefono cellulare" o solamente come "cellulare", comunica connettendosi via radio, tramite le antenne, ad una stazione radio-base (detta BTS o semplicemente stazione-base). Con quest'ultima il cellulare scambia i segnali che preparano e poi danno luogo allo svolgimento della conversazione telefonica, gestendo le varie fasi di inizio, mantenimento e fine della chiamata. I segnali scambiati sono di tipo forma digitale, ovvero sono costituiti da flussi di bit.

Tale meccanismo è possibile solo se il telefono riceve dalla stazione-base un segnale di potenza sufficientemente elevata da permettergli il corretto riconoscimento dei bit di ricevuti e quindi la ricostruzione di un segnale vocale di qualità sufficiente. Se ciò si verifica si dice comunemente che il telefono "riceve segnale" ovvero che è "sotto copertura" da parte della stazione-base, che usualmente è quella geograficamente più prossima al telefono stesso.

E' quindi usuale associare convenzionalmente a ciascuna stazione-base un'area, solitamente assunta di forma circolare oppure esagonale, che denota la porzione di territorio "coperta" da quella stazione-base ovvero all'interno della quale si ritiene debba trovarsi il telefono quando è connesso ad essa. La Figura 1 illustra quanto detto.

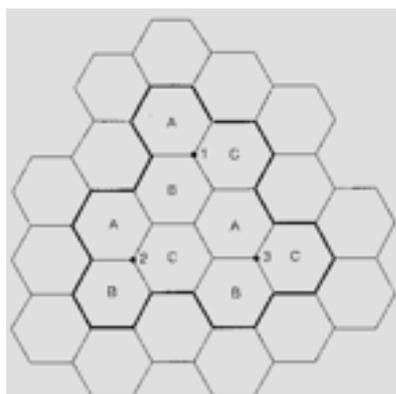


Figura 1 – Rappresentazione schematica della copertura cellulare nel GSM

Una descrizione di questo tipo, seppure utile per una prima comprensione da parte di un lettore non specializzato, rischia di diventare del tutto fuorviante e di portare a conclusioni errate riguardo la capacità di determinare la posizione

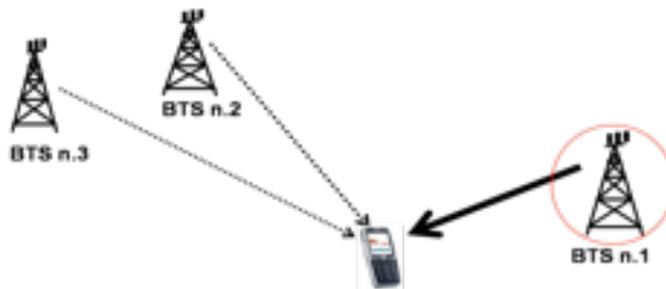
effettiva del cellulare sulla base della sola conoscenza della BTS (o anche del “settore” di copertura) cui esso risulta connesso in un determinato istante.

Infatti, nel funzionamento reale del sistema GSM diversi fattori contribuiscono a rendere la situazione molto più complicata.

Nel GSM tutte le BTS emettono costantemente dei segnali che servono da “richiamo” per i cellulari che operano nelle loro vicinanze. Allorquando un cellulare viene acceso, esso opera una “Ricerca Rete” misurando la potenza che riceve dalle diverse BTS circostanti, scegliendo la BTS cui corrisponde la potenza maggiore e “agganciandosi” ad essa.

Se la BTS prevede antenne a settori allora il cellulare si aggancia alla BTS tramite il settore da cui riceve maggiore potenza. Tale dettaglio risulta inessenziale ai fini della discussione proposta in questo documento e quindi viene omesso nel seguito continuando a riferirsi alle BTS piuttosto che, come sarebbe più completo dire, ai settori di BTS.

Usualmente la BTS da cui il cellulare riceve maggiore potenza è quella più vicina, come mostrato nella Figura 2 dove la BTS n.1, la più vicina, è quella effettivamente connessa al cellulare.

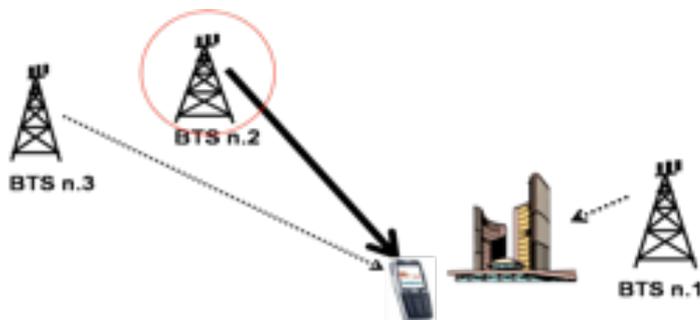


**Figura 2 – Il cellulare si aggancia alla BTS da cui riceve la maggiore potenza, la n.1**

## **2. Meccanismi reali di aggancio del telefono cellulare alla stazione-base**

In realtà, molto spesso, diverse circostanze portano il cellulare ad “agganciarsi” ad una BTS che non è affatto la più vicina.

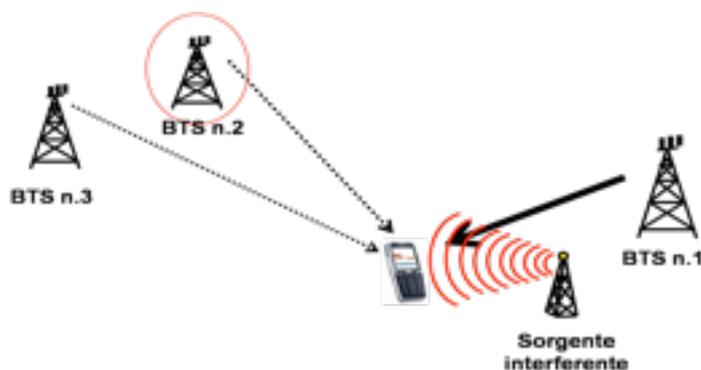
Come primo esempio, nel momento in cui avviene la connessione il cellulare potrebbe trovarsi in una posizione tale che la BTS più vicina risulta “nascosta” da un ostacolo fisso quale un edificio, oppure mobile quale un camion parcheggiato o in movimento vicino al cellulare. In tal caso, la potenza ricevuta dalla BTS più vicina risulta minore della potenza ricevuta da una delle BTS più lontane ed il cellulare si “aggancia” ad una di queste ultime, anziché alla BTS più vicina, come mostrato nella Figura 3 dove la BTS n.1, la più vicina, è oscurata dalla presenza di edifici ed il cellulare si “aggancia” alla BTS n.2, più lontana..



**Figura 3 – La presenza di ostacoli induce il cellulare ad agganciarsi alla BTS n.2 anziché alla n.1, più vicina**

Come secondo esempio, illustrato in Figura 4, il segnale ricevuto dalla BTS più vicina potrebbe risultare fortemente disturbato da interferenze elettromagnetiche involontariamente generate in prossimità del cellulare da impianti radiotelevisivi in uso a privati o a enti pubblici e da apparecchi di uso comune, quali antifurti elettronici, motori elettrici e ricetrasmittitori domestici per televisione. Poiché ciascuna BTS trasmette su bande di frequenza diverse è possibile che il segnale ricevuto da una BTS più lontana non subisca l'influenza delle stesse interferenze e che quindi il cellulare decida di "agganciarsi" a tale BTS più lontana.

Come terzo esempio, se la BTS più vicina è già impegnata con un gran numero di cellulari operanti nelle sue vicinanze essa rifiuta di farsi "agganciare" dal cellulare, che a questo punto si aggancia ad un'altra BTS che sia invece disponibile.



**Figura 4 – Una interferenza si sovrappone al segnale ricevuto dalla BTS n.1, la più vicina, ed il cellulare si aggancia alla BTS n.2**

In tutti i casi sopra descritti, una volta agganciato ad una BTS lontana il cellulare mantiene tale aggancio anche qualora venissero a cadere i motivi per i quali non si era agganciato alla BTS più vicina. Per il primo esempio di cui sopra, questo può succedere quando il cellulare si sposta anche di pochi metri e la BTS più vicina diventa "visibile" ad esso, oppure si sposta l'ostacolo a tale

visibilità (ad esempio, il camion). Per il secondo esempio, la sorgente di interferenza potrebbe spegnersi oppure il cellulare potrebbe spostarsi, anche di poco, da uscire dall'influenza dell'interferenza stessa. Per il terzo esempio, i cellulari connessi alla BTS più vicina potrebbero spostarsi in una BTS diversa oppure venire spenti, così lasciando la BTS più vicina disponibile ad essere agganciata da altri cellulari.

A tal riguardo, si sottolinea l'esperienza di tutti nel verificare quanto sia sensibile il cellulare a spostamenti di pochi metri, e talvolta anche di pochi centimetri, nel percepire correttamente il segnale emesso dalla BTS.

A dimostrazione di quanto possa essere drastica la situazione sopra descritta, è stato rilevato che un cellulare acceso in una città costiera dell'Adriatico, quale ad esempio Ancona, possa ricevere un forte segnale e quindi "agganciarsi" a una BTS dislocata sulla costa jugoslava. Ciò indurrebbe nell'erronea interpretazione che il cellulare e il suo proprietario si trovino sull'altra sponda del mare!

Più in generale, in situazioni di territorio pianeggiante il cellulare potrebbe trovarsi a decine di chilometri dalla BTS cui risulta "agganciato". D'altra parte, all'interno delle aree urbane sono particolarmente frequenti i fenomeni sopra riportati che inducono il cellulare ad agganciarsi a BTS diverse dalla BTS più vicina.

### Il fenomeno dei "cammini multipli"

La situazione reale nello scambio di segnali tra cellulare e BTS risulta ancora più complicata di quanto sopra descritto. Infatti nel collegamento radio dalla BTS verso il cellulare la presenza di ostacoli naturali od artificiali quali colline, avvallamenti, edifici, genera una pluralità di riflessioni dell'onda elettromagnetica emessa. Il segnale ricevuto dal cellulare risulta quindi costituito da un "raggio principale" corrispondente alla traiettoria diretta tra BTS e cellulare detta "linea di vista" o, in inglese, "line of sight" (LOS) seguito da svariati "raggi secondari", che lo raggiungono a brevissima distanza temporale. Identica situazione si manifesta nella trasmissione dal cellulare verso la BTS.

In ciò consiste il fenomeno dei *cammini multipli*, illustrato in Figura 5. In ambiente cittadino la presenza degli edifici rende molto raro che cellulare e BTS siano in linea di vista, il raggio principale è assente ed il collegamento viene assicurato proprio dai "raggi secondari".

La situazione sopra descritta fa insorgere ulteriori dubbi ed ambiguità sul reale posizionamento del cellulare connesso ad una certa BTS o settore di BTS. Nell'esempio di Figura 6 il raggio diretto tra BTS e cellulare trova l'ostacolo insormontabile di un edificio mentre la riflessione contro un altro edificio permette al raggio riflesso di collegare il cellulare con un settore di BTS addirittura in posizione opposta!



Figura 5 – Fenomeno dei cammini multipli nel GSM

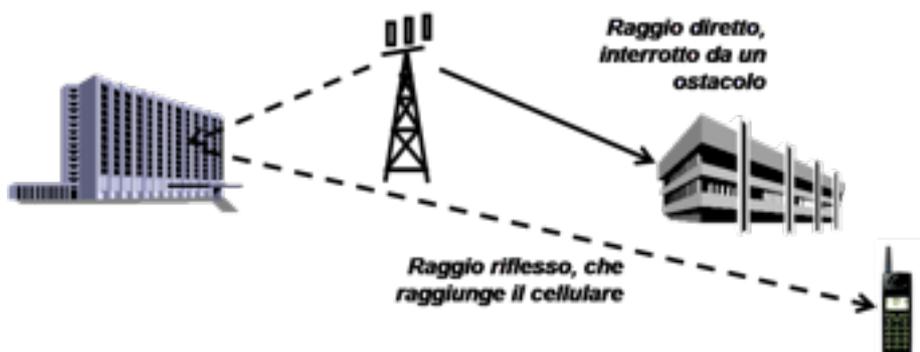


Figura 6 – Collegamento tra BTS e cellulare in direzione opposta

La situazione viene ulteriormente complicata dal fatto che i moderni telefoni cellulari sono dotati di sofisticati sistemi di elaborazione del segnale ricevuto che sfruttano la presenza dei cammini multipli per “rinforzare” il segnale stesso. Non entriamo in dettagli sull’argomento, che risulta altamente specialistico e ben difficile da comprendere per chi non sia altamente specializzato nel settore.

Ai fini della presente relazione è però importante sottolineare come la possibilità del cellulare di “agganciarsi” ad una determinata BTS non dipende solo dalla potenza ricevuta ma anche dalle sue capacità elaborative, per cui un cellulare di ultima generazione e di fascia alta (per intendersi, un cellulare più costoso degli altri) si “aggancia” anche in alcune zone del territorio dove i cellulari di fascia bassa (meno costosi) non riescono ad agganciarsi.

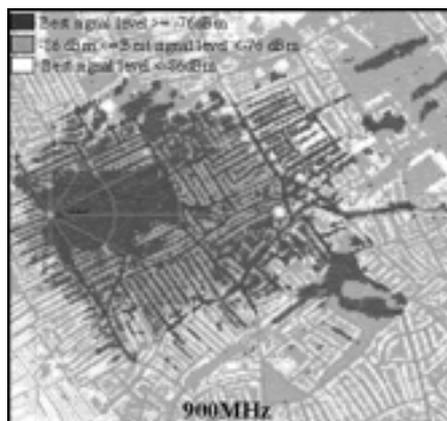
Da quanto riportato nella presente Sezione risulta evidente l’impatto del fenomeno dei cammini multipli, sempre presente in qualunque situazione pratica, nel determinare ulteriori incertezze sulla localizzazione del cellulare.

### 3. Copertura effettiva offerta da una BTS

L'aggancio con una BTS, sia essa lontana o vicina, avviene a condizione che il segnale ricevuto dal cellulare superi un valore minimo di potenza che garantisce il corretto riconoscimento del segnale ricevuto ovvero dei bit di informazione che rappresentano sia il segnale vocale, gli SMS e la segnalazione ausiliaria scambiata per la messa in opera ed il mantenimento della comunicazione. Tecnicamente, tale valore minimo viene individuato pari a -110dBm ovvero 0,01 miliardesimi di Watt.

Come noto, il segnale emesso dalla BTS vede la sua potenza attenuarsi man mano che si allontana, raggiungendo ciascun punto del territorio circostante con un determinato valore di potenza che diminuisce all'aumentare della distanza. Qualunque posizione del territorio laddove il segnale emesso da quella BTS ha una potenza maggiore dei -110 dBm sopra menzionati costituisce un possibile punto dove si può trovare il cellulare quando risulta connesso a quella BTS, e determina la "copertura effettiva" offerta dalla BTS.

La Figura 7 illustra la "copertura effettiva" di una BTS in ambiente urbano (Roma). Risulta evidente come la coperture effettiva sia molto più estesa di quella teorica e di forma piuttosto complicata molto diversa dalla schematica forma circolare od esagonale quale quella riportata in Figura 1.



**Figura 7 – Livelli di copertura radio (destra) per una BTS situata a Roma**

In particolare la Figura 3.1 mostra come la presenza dei palazzi, che fa insorgere il fenomeno dei cammini multipli prima descritto, altera la propagazione del segnale elettromagnetico emesso dalla BTS dando luogo, soprattutto in lontananza dalla BTS stessa, all'alternanza di porzioni di territorio di ridotte dimensioni dove il cellulare riceve o non riceve dalla BTS un segnale sufficientemente elevato (ovvero, come si dice comunemente, "prende" o "non prende").

Tale situazione è già stata richiamata in precedenza come esperienza comune nel rilevare la grossa sensibilità della ricezione GSM rispetto a spostamenti anche di pochi centimetri. Essa è ben nota agli esperti del GSM che progettano

la “copertura” radio del territorio sulla base di concetti, modelli ed analisi di tipo statistico utilizzando allo scopo complessi e costosi programmi software ed archivi contenenti mappe del territorio precise ed aggiornate.

Tra i principali concetti di tipo statistico menzioniamo (vedi, ad esempio, [5]):

- l’attenuazione (“fading”) lenta e veloce
- i modelli di attenuazione in ambiente urbano ed in ambiente rurale
- il “margine di attenuazione”
- la “probabilità di locazione”
- la “probabilità di fuori servizio”.

#### 4. Passaggio da una BTS all’altra (“Handover”)

Quanto descritto in precedenza a proposito della procedura di “aggancio” del cellulare alla BTS si ripete in maniera analoga, seppur con differenze tecniche sulle quali non si ritiene utile soffermarsi in questa sede, ogni qualvolta il cellulare si trova in movimento e, allontanandosi sempre più dalla BTS, percepisce un segnale di potenza decrescente.

In tal caso il cellulare effettua una nuova ricerca della BTS che gli offra il segnale di potenza maggiore, seguendo gli stessi criteri adottati nella procedura di “aggancio” iniziale e quindi scegliendo di agganciarsi ad una BTS che potrebbe non essere affatto quella più vicina, per le stesse cause descritte in precedenza. Tale situazione viene denominata “Passaggio di cella”, in inglese “Handover”, ed è illustrata nella Figura 8 dove si vede che il cellulare, inizialmente agganciato alla BTS n.1, si sposta verso la BTS n.3 finché si aggancia ad essa. In tutto il percorso il cellulare viene “sorvegliato” da tutte e 3 le BTS presenti.

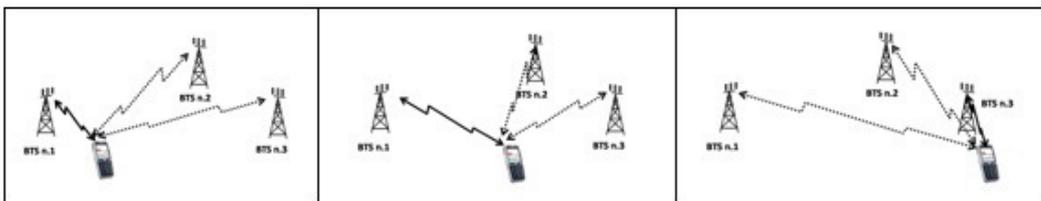
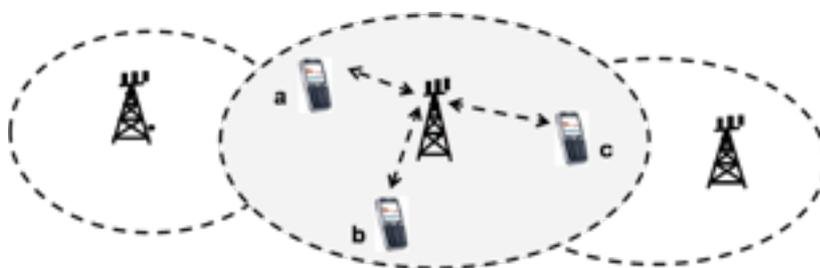


Figura 8 – Procedura di passaggio delle consegne (“Handover”) da una BTS all’altra

#### 5. Conclusioni sulla localizzazione dell’utente nel sistema GSM

Quanto esposto nelle sezioni precedenti conduce alla semplice conclusione che la localizzazione di un cellulare sulla base della conoscenza della BTS (o settore di BTS) cui risulta agganciato lascia margini di dubbi sulla precisione ottenibile, e l’unica affermazione corretta sembra essere che il cellulare “si trova in una posizione non lontana dalla BTS ma forse anche a diversi chilometri da essa”.

Ad esempio, in Figura 9 le tre posizioni a, b e c sono altrettanto plausibili per un cellulare che risulti agganciato alla BTS in posizione centrale.

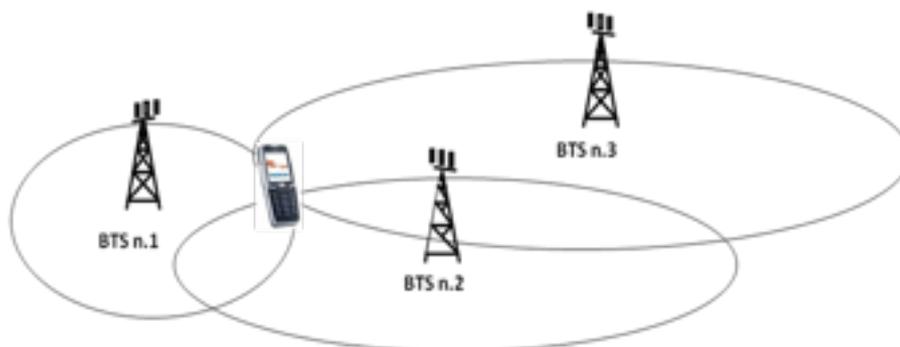


**Figura 9 – Posizioni plausibili per un cellulare che risulta agganciato alla BTS**

Tale conclusione è pienamente condivisa da tutta la letteratura tecnica internazionale el settore (vedi, ad esempio, [6]).

## **6. Localizzazione di un telefono cellulare sotto sorveglianza**

Se il cellulare viene messo sotto sorveglianza è possibile localizzarlo con notevole precisione. Il principio della triangolazione può essere applicato in questo caso elaborando congiuntamente i segnali che vengono emessi dal terminale mobile e captati da almeno 3 BTS che si trovano nei dintorni (vedi Figura 10).



**Figura 10 – Impiego della triangolazione per localizzare un terminale GSM**

Per poter localizzare con ragionevole sicurezza e precisione un cellulare è quindi necessario disporre di informazioni ben più ampie rispetto alla sola conoscenza della BTS (o settore di BTS) cui esso risulta connesso. Le soluzioni attualmente in uso si basano su misure di potenza e/o di tempi di propagazione effettuate sul segnale emesso dal cellulare e ricevuto sia dalla BTS cui è connesso sia dalle BTS che si trovano nelle vicinanze. Tali misure permettono di valutare la distanza del cellulare rispetto a 3 o più BTS. Complicate procedure tecnico-matematiche basate sul principio della “triangolazione” elaborano tali

informazioni e forniscono una stima “abbastanza” precisa della posizione del cellulare.

Tuttavia, poiché il GSM non è progettato per scopi di localizzazione allora occorre estrarre da ciascuna delle BTS i dati relativi al segnale ricevuto e poi utilizzare opportuni strumenti software od hardware, aggiuntivi rispetto agli apparati GSM esistenti, per effettuare la localizzazione. Normalmente tali dati non sono disponibili né vengono memorizzati, per cui la procedura di localizzazione richiede preventivi accordi con i gestori telefonici per organizzare l'operazione. Non ci addentriamo in dettagli ulteriori, il lettore interessato può fare riferimento, ad esempio, ai documenti [7] [8] [9].

## **7. Utilizzo delle registrazioni telefoniche per il monitoraggio del P.S.E. (Psychological Stress Evaluation)**

Altra utilizzazione quanto mai utile per l'individuazione degli eventuali atteggiamenti di simulazione, menzogna e/o controllo rigido delle espressioni vocali per attività di staging, è l'utilizzo delle registrazioni telefoniche o delle intercettazioni telefoniche ad hoc.

Il P.S.E. (Psychological Stress Evaluation [10]) consiste in un apparecchio portatile che contrariamente al lie detector mediante poligrafo il quale richiederebbe una diretta applicazione al corpo dell'esaminando con la risposta elettrotermica, respiratoria e pressoria, nonché richiederebbe alla singola domanda soltanto una risposta affermativa o negativa (SI/NO), può viceversa effettuare tutto un monitoraggio delle modulazioni di frequenza involontarie della voce risultanti da un microtremore, con frequenza di 8-14 cicli al secondo, che normalmente accompagnano l'attività di ogni muscolo volontario compresi quelli che entrano a far parte della fonazione. Allorquando la situazione diviene stressante, il microtremore è soppresso, finché non viene nuovamente ristabilito il normale stato di serenità.

La valutazione ovviamente deve tener conto del “baser line”, cioè la linea emozionale di base del singolo soggetto, variabile caso per caso, allo scopo di evitare distorte interpretazioni falsate da quello che potrebbe viceversa rappresentare il normale stato emotivo del soggetto in disamina.

Uno dei primi apparecchi venne fornito dai servizi USA in occasione del sequestro Moro al ben preciso scopo di appurare se le telefonate estorsive che giungevano alla famiglia Moro erano degne di attenzione oppure francamente simulate.

## Bibliografia

- [1] L. Hanzo, R. Steele, *The Pan-European Mobile Radio System*, 1997.
- [2] Dispense del corso di *Comunicazioni Mobili* del prof. Cusani, Università di Roma La Sapienza, 2009
- [3] O. Bertazzoli, L. Favalli, *GSM*, Hoepli 1996
- [4] S. Y. Willassen, *Forensics and the GSM mobile telephone system*, International Journal of Digital Evidence Spring 2003, Volume 2, Issue 1
- [5] A.R. Mishra (ed.), *Advanced Cellular Network Planning and Optimisation*, 2004
- [6] J. Bajada, *Mobile Positioning for Location Dependent Services in GSM Networks*
- [7] F. Luciani, *Analisi delle tecnologie di supporto alla domotica e alla localizzazione in un contesto di utenti mobili*, Tesi di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Università di Roma La Sapienza, relatore prof. R. Cusani, 2007.
- [8] P.N. Pathirana, A.V. Savkin, S. Jha; *Location estimation and trajectory prediction for cellular networks with mobile base stations*; Vol. 53, Issue 6, Nov. 2004 Page(s):1903 – 1913.
- [9] W. Buchanan, J. Munoz, R. Manson, K. Raja; *Analysis and migration of location-finding methods for GSM and 3G networks*; 3G Mobile Communication Technologies, 2004. 3G 2004. Fifth IEE Intern. Conf. on 2004 Page(s):352 – 358
- [10] V. Mastronardi, *Il P.S.E: un nuovo strumento per l'accertamento della verità; utilizzazioni in Medicina legale*, Psichiatria e Criminologia. Rassegna di Criminologia, vol. XVII, 1986 Fascicolo 2, Pagine 365-386

## Biografie

**Roberto Cusani** è professore Ordinario di Telecomunicazioni presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni (DIET) della Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica, Università degli Studi di Roma "La Sapienza" dove è titolare di corsi di Telecomunicazioni, Comunicazioni Mobili e di Teoria dell'informazione e codici.

Egli opera nel settore dell'ICT (Information and Communication Technologies) occupandosi in particolare di sistemi di telecomunicazione digitali fissi e mobili e di tecnologie per le investigazioni anti-crimine.

Laureatosi in Ingegneria Elettronica, consegue il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria dei Sistemi e delle Comunicazioni. A seguito di pubblici concorsi diventa prima ricercatore universitario, poi Professore Associato infine Professore Ordinario. Dal 2003 al 2009 è Direttore del Dipartimento. Nel 2000 è consulente per il Governo nella gara per le licenze cellulari UMTS. Nel 2006 fonda il consorzio CRAT per la Ricerca nell'Automatica e nelle Telecomunicazioni. Autore di 4 brevetti internazionali riguardanti apparati per telecomunicazioni.

Autore di un libro sulle radio digitali, uno sui segnali ed uno sui codici per rivelazione e correzione di errori. Autore di più di 150 pubblicazioni scientifiche internazionali.

Responsabile di decine di Contratti e Progetti di Ricerca. Esperto di valutazioni tecnico-economico di progetti di ricerca industriale ed accademica presso enti pubblici e privati. Consulente Tecnico per cause giudiziarie civili e penali.

Email: roberto.cusani@uniroma1.it

**Vincenzo Mastronardi**, Psichiatra, Psicoterapeuta, Criminologo clinico, Titolare della Cattedra di "Psicopatologia forense", Direttore dell'Osservatorio dei Comportamenti e della Devianza", e del "Master in Scienze Criminologico forensi" presso la Facoltà di Medicina e Odontoiatria della Sapienza Università di Roma (Dipartimento di Neurologia e Psichiatria).Autore di 260 lavori, e 26 libri in tema di criminologia, psicopatologia forense, psicoterapia e sulla "comunicazione" con più case editrici tra cui: Manuale per Operatori Criminologici e Psicopatologi Forensi. Quinta Edizione, Giuffrè Editore, 2012 pp. 443, con Sante A. Bidoli, Monica Calderaro Grafologia Giudiziaria e Psicopatologia forense. Metodologia di indagine del falso grafico e la capacità di intendere e di volere dalla grafia. Giurisprudenza. Giuffrè Editore 2010 pp. 297., in coll. con G.B. Palermo) Il Profilo Criminologico. Dalla Scena del Crimine ai Profili socio psicologici, Giuffrè ed. 2005 pp.385 con R. De Luca I Serial Killer, Newton & Compton 2013 pp.860 E' Direttore responsabile della Rivista <<Rassegna di Psicoterapie. Ipnosi. Medicina Psicosomatica. Psicopatologia forense>> dell'Università Sapienza di Roma. Tra gli altri incarichi ricevuti è Docente presso la Scuola Superiore della Magistratura.

Email: vincenzo.mastronardi@gmail.com