



RAPPORTI ISTISAN 20|1

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Diagnostica per immagini e *m-health*: indagini sulle prospettive di integrazione della diagnostica citologica e degli organi

A cura di D. Giansanti



TECNOLOGIE
E SALUTE

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

**Diagnostica per immagini e *m-health*:
indagini sulle prospettive di integrazione
della diagnostica citologica e degli organi**

A cura di Daniele Giansanti
Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica

ISSN: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Rapporti ISTISAN
20/1

Istituto Superiore di Sanità

Diagnostica per immagini e *m-health*: indagini sulle prospettive di integrazione della diagnostica citologica e degli organi.

A cura di Daniele Giansanti

2020, ii, 66 p. Rapporti ISTISAN 20/1

Il rapporto si focalizza sulla diagnostica per immagini in ambito cellulare e degli organi e affronta l'integrazione dell'*imaging* dinamico nella tecnologia *mobile* per diagnosi remota. Da un punto di vista generale il lavoro affronta: a) i diversi standard utilizzati e/o utilizzabili sia in ambito della diagnostica su immagini statiche che dinamiche; b) le nuove direzioni di sviluppo della diagnostica cellulare e degli organi attraverso esempi e studi basati su sondaggi elettronici; c) due *case study* sulla trasmissione di immagini in moto attraverso gli strumenti di messaggistica disponibile nella tecnologia *mobile* (in emodinamica e in diagnostica cellulare); d) studi basati su sondaggi elettronici, sull'introduzione di alcune tecnologie innovative in sanità pubblica e su alcune problematiche emergenti, quali quelle di *cyber-security*.

Parole chiave: Smartphone; Tablet; *Imaging* medicale

Istituto Superiore di Sanità

Diagnostics *imaging* and *m-health*: investigations on the prospects of integration in cytological and organ diagnostics.

Edited by Daniele Giansanti

2020, ii, 66 p. Rapporti ISTISAN 20/1 (in Italian)

The report focuses on imaging diagnostics in cell/tissue and organs and addresses the integration of dynamic imaging in mobile technology for remote diagnosis. From a general point of view, the work deals with: a) the different standards used and/or usable in diagnostics both for static and dynamic images; b) the new directions of development of cell and organ diagnostics through examples and studies based on electronic surveys; c) two case studies on the transmission of moving images through the messaging tools available in mobile technology (in hemodynamics and in cell diagnostics); d) studies based on electronic surveys, on the introduction of some innovative technologies in public health and on some emerging problems, such as cyber-security.

Key words: Smartphone; Tablet; Medical imaging

Per informazioni su questo documento scrivere a: daniele.giansanti@iss.it

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it

Citare questo documento come segue:

Giansanti D (Ed.). *Diagnostica per immagini e m-health: indagini sulle prospettive di integrazione della diagnostica citologica e degli organi*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020. (Rapporti ISTISAN 20/1).

Legale rappresentante dell'Istituto Superiore di Sanità: *Silvio Brusaferrò*

Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 114 (cartaceo) e n. 115 (online) del 16 maggio 2014

Direttore responsabile della serie: *Paola De Castro*

Redazione: *Sandra Salinetti, Manuela Zazzara*

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori, che dichiarano di non avere conflitti di interesse.



INDICE

Introduzione	
<i>Daniele Giansanti, Mauro Grigioni</i>	1
Capitolo 1. Breve excursus sul passaggio da applicazioni e-health a m-health	
<i>Daniele Giansanti</i>	4
Capitolo 2. Prospettive dell'imaging diagnostico cellulare e degli organi	
<i>Daniele Giansanti</i>	7
Capitolo 3. Standard DICOM nella diagnostica cellulare e degli organi	
<i>Daniele Giansanti, Mauro Grigioni</i>	10
Capitolo 4. Standard di imaging statico con potenzialità nel medical imaging	
<i>Daniele Giansanti, Maurizio Lucentini, Alessandro Spurio, Giovanni Maccioni</i>	13
Capitolo 5. Standard di imaging dinamico con potenzialità nel medical imaging	
<i>Daniele Giansanti, Giovanni Maccioni, Maurizio Lucentini, Alessandro Spurio, Luca Cosentino</i>	16
Capitolo 6. Quick Response Code: opportunità nell'integrazione nella tecnologia mobile in sanità attraverso il cloud	
<i>Daniele Giansanti</i>	19
Capitolo 7. WhatsApp: uno strumento di messaggistica con prospettive in m-health	
<i>Daniele Giansanti</i>	23
Capitolo 8. Ultimo miglio dell'intelligenza artificiale in cardiologia	
<i>Daniele Giansanti</i>	26
Capitolo 9. Ultimo miglio dell'intelligenza artificiale in cardiologia: un sondaggio di opinione	
<i>Daniele Giansanti, Paola Meli</i>	30

Capitolo 10. Ultimo miglio dell'intelligenza artificiale nell'<i>imaging</i> diagnostico	
<i>Daniele Giansanti</i>	34
Capitolo 11. Ultimo miglio dell'intelligenza artificiale in radiologia: un sondaggio di opinione	
<i>Daniele Giansanti, Maria Rosaria Giovagnoli, Ivano Rossi</i>	37
Capitolo 12. Percezione di <i>cyber-security</i> in cardiologia: un sondaggio di opinione	
<i>Daniele Giansanti, Lisa Monoscalco</i>	40
Capitolo 13. Tecnologie welfare: qual è l'opinione degli operatori sanitari?	
<i>Daniele Giansanti, Paola Meli</i>	43
Capitolo 14. Teleconsulto per immagini da tecnologia <i>mobile</i>: nuove opportunità con i <i>messenger</i>?	
<i>Daniele Giansanti, Giovanni Maccioni, Luca Cosentino</i>	46
Capitolo 15. Applicazione dei <i>messenger</i> in emodinamica: uno studio su WhatsApp	
<i>Daniele Giansanti, Luca Cosentino</i>	49
Capitolo 16. Realtà virtuale in citologia digitale: il teleconsulto con WhatsApp	
<i>Daniele Giansanti, Maria Rosaria Giovagnoli</i>	58
Capitolo 17. Tecnologie innovative in bioingegneria: la percezione dei giovani	
<i>Daniele Giansanti, Barbara Sisto, Aurora Fabbri, Ramona Riolo, Matteo Marzona, Giovanni Maccioni</i>	61
Conclusioni e prospettive future	
<i>Daniele Giansanti, Mauro Grigioni</i>	65

INTRODUZIONE

Daniele Giansanti, Mauro Grigioni

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

L'offerta diagnostica nel campo dell'*imaging* dei tessuti e degli organi è attualmente soggetta a una domanda sempre più crescente, a causa dell'aumento dell'età media dei soggetti e alla necessità di ripartire risorse limitate a fronte di un aumento delle possibilità tecnologiche.

In questo contesto, l'Ingegneria Clinica (IC) può offrire un valido aiuto al Servizio Sanitario Nazionale, facendo ricorso all'utilizzo di tecnologie innovative. In questo ambito il Centro Nazionale sulle Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica (TISP) tratta, in collaborazione con altri centri, tra le tematiche di interesse anche quella dell'IC. Muovendosi nell'ambito dell'IC è infatti possibile, tra le molte chance, affrontare lo studio di nuove tecnologie potenzialmente utilizzabili in sanità tenendo conto anche della possibilità dell'ottimizzazione della cura e della minimizzazione dei costi. Per molti anni abbiamo assistito ad una osmosi delle innovazioni tecnologiche da altri ambiti verso gli ambiti sanitari grazie agli sforzi compiuti dall'IC. Si pensi alle tecnologie all'infrarossi e/o all'accelerometria utilizzati nell'elettronica della Difesa, ripresi in ambito sanitario rispettivamente nell'ambito della termografia e dell'analisi del movimento. Si pensi agli infiniti casi di osmosi dal mondo anche dei consumi verso quello sanitario; tanto per fare un esempio si pensi ai dispositivi per il fitness casalingo che ripresi dall'IC si sono evoluti in sistemi per la riabilitazione basati su *exergame* che comprendono anche la realtà aumentata e virtuale. Si pensi, a come le nuove tecnologie basate su tablet e smartphone possano essere rese dall'IC un veicolo pratico, efficace, equo, low-cost e ottimizzato in ambito sanitario come nel caso dell'*imaging* digitale in istologia/citologia o in ambiti della diagnostica per immagini degli organi e/o funzionale. Il presente rapporto prende le mosse da studi condotti precedentemente al Dipartimento di tecnologie e salute e proseguiti nell'attuale piano triennale del Centro TISP, focalizzati proprio nel settore dell'*imaging* con particolare riferimento all'utilizzo di alcuni nuovi veicoli dell'informazione presenti negli smartphone e nei tablet.

Il lavoro si connette in modo logico-funzionale ai due *Rapporti ISTISAN* (16/46 e 17/10) focalizzati rispettivamente sulla citologia/istologia digitale e sulla diagnostica per immagini degli organi.

L'obiettivo dello studio qui proposto è quello di ampliare l'analisi delle potenzialità dei nuovi strumenti tecnologici, quali quelli che poggiano sulla *mobile health (m-health)* nei due ambiti di *imaging* presi in considerazione.

Da un punto di vista generale il lavoro dopo aver chiarito la propria collocazione nel filone dell'IC, secondo quanto descritto sopra, affronta:

- a. le nuove direzioni di sviluppo della diagnostica cellulare e degli organi attraverso esempi e studi basati su sondaggi elettronici;
- b. le diverse codifiche nell'*imaging* utilizzate e/o utilizzabili sia in ambito della diagnostica su immagini statiche che dinamiche;
- c. uno studio di *technology assessment* in due *case-study* di trasmissione di immagini in moto (uno su immagini cardiologiche in emodinamica e uno su ricostruzioni di navigazione 3D virtuale del nucleo di una cellula), in cui sono state testate diverse metodologie e diverse codifiche di immagini in moto disponibili;
- d. alcuni studi basati su sondaggi elettronici, sull'introduzione di alcune tecnologie innovative in sanità pubblica e su alcune problematiche emergenti, quali quelle di *cyber-security*.

Nel dettaglio questo rapporto comprende 17 capitoli:

- Il *Capitolo 1* e il *Capitolo 2* illustrano la collocazione logico-funzionale dello studio con alcune ricerche condotte precedentemente ed ereditate dal TISP e le prospettive di evoluzione di questi studi.
- I *Capitoli 3-5* sono dedicati all'analisi di alcuni standard di formato delle immagini (fisse e dinamiche) utilizzati e/o utilizzabili in ambito sanitario per il tramite dell'IC. Naturalmente in questo ambito viene descritto lo standard DICOM (*Digital Imaging and COmmunications in Medicine*) sviluppato e perfezionato in *e-health* e gli standard maggiormente diffusi che possono presentare delle potenzialità nella diagnostica per immagini.
- Il *Capitolo 6* presenta le potenzialità del *Quick Response Code*, evoluzione del *Bar Code* come strumento di connessione rapida in *m-health* ad elementi multimediali archiviati in un *cloud*.
- Il *Capitolo 7* si focalizza sullo strumento di messaggistica elettronica WhatsApp, richiamato anche in modo analitico in diversi capitoli pur ribadendone la non utilizzabilità in applicazioni biomediche di routine, ne evidenzia la diffusione e le potenzialità in esperienze pilota in *m-health*.
- I *Capitoli 8-13* affrontano attraverso degli studi mirati, basati anche su sondaggi l'opinione sull'introduzione e/o sull'impatto di nuove problematiche in *m-health*. Avendo sempre con riferimento la diagnostica per immagini vengono affrontate nuove problematiche, dalla *cyber-security* all'intelligenza artificiale in cardiologia.
- Il *Capitolo 14* richiama alcuni studi relativi allo scambio di immagini statiche condotte nella diagnostica cellulare e degli organi. In questi studi erano state evidenziate le potenzialità dei *messenger* e in particolare di WhatsApp.
- Il *Capitolo 15* affronta l'utilizzo dei *messenger* per lo scambio di immagini dinamiche nella diagnostica degli organi, in particolare in emodinamica. Sono state testate in un *case-study* diverse metodiche.
- Il *Capitolo 16* affronta l'utilizzo dei *messenger* per lo scambio di immagini dinamiche nella diagnostica cellulare. Viene presentato un *case-study* in citologia digitale dove attraverso i *messenger* viene scambiata in remoto una ricostruzione 3D della navigazione virtuale attorno ad un nucleo cellulare.
- Il *Capitolo 17* si focalizza sui giovani e affronta, attraverso uno studio mirato basato su un sondaggio, il rapporto che essi hanno con le tecnologie innovative nel mondo dell'industria e dei consumi e la loro visione relativa all'inserimento di tali tecnologie nel campo della salute.

Come evidenziato e ribadito nei primi capitoli lo studio è meramente dedicato ad aspetti di ricerca e sviluppo affrontati nell'ambito della terza missione del centro grazie anche a collaborazioni con tesi in alcuni corsi di Laurea. Si può enunciare che l'IC affronta in taluni casi del *technology assessment* sulle potenzialità di osmosi tra mondo dei consumi e dell'industria e il mondo sanitario per quanto riguarda ad esempio l'utilizzo della trasmissione di contenuti multimediali attraverso i *messenger* degli smartphone e tablet.

Naturalmente esulano da questo studio considerazioni su:

- criteri, modalità, regolamentazione o atti di indirizzo sull'utilizzo delle tecnologie prese in esame;
- scenari architetture di utilizzo;
- campi diagnostici impiegati (luce visibile, ultrasuono, radiazione).

Questi aspetti, anche in parte connessi tra loro per essere affrontati necessitano del lavoro di gruppi eterogeni e di società scientifiche coinvolte nei processi sanitari. Naturalmente però lo studio

sicuramente può, come è giusto, essere da stimolo verso questi attori tenendo conto che nella diagnostica cellulare e tissutale e nella diagnostica degli organi si spazia dalla microscopia all'ecografia e agli altri mezzi di indagine.

Capitolo 1

BREVE EXCURSUS SUL PASSAGGIO DA APPLICAZIONI E-HEALTH A M-HEALTH

Daniele Giansanti

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Dall'*electronic-health* al *mobile-health*

Le attività dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nel settore della diagnostica cellulare e degli organi sono di ampio respiro e sono state avviate da diversi anni. Tali attività hanno toccato sia aspetti di standardizzazione che di ricerca e sviluppo. Nel presente rapporto ci stiamo muovendo nel settore della ricerca e sviluppo dove importanti sono stati il contributo della telemedicina e dell'ingegneria clinica che si muovono di pari passo e in sinergia.

Nel primo decennio del secondo millennio il contributo della telemedicina è stato fortemente legato alle tipologie e alle architetture di rete di tipo cablato attraverso una fornitura di informazioni di tipo *electronic health (e-health)*.

A partire dalla fine del 2010 si sono andate diffondendo le tecnologie basate su smartphone e tablet veicolate dalla cosiddetta *mobile technology* (1-2). In generale lo smartphone e il tablet, rispetto alle tecnologie precedenti, presentano enormi potenzialità tecnologiche che li rendono appetibili per le applicazioni telemediche (1), quali:

- aumentata memoria, superiore capacità di calcolo, capacità di connessione dati molto più avanzata per la presenza di sistemi operativi dedicati;
- grande potenzialità di produzione e gestione di contenuti multimediali come, per esempio, scattare foto ad alta risoluzione, produrre filmati video;
- possibilità di installare in modo semplice delle funzionalità e/o applicazioni (App), gratuite e/o a pagamento;
- dotazione di uno schermo tattile ad alta risoluzione;
- possibilità di utilizzare/manovrare una tastiera virtuale per interagire con le diverse funzionalità del dispositivo (dalla rubrica al blocco note), con il web, con le diverse applicazioni installate e con i cosiddetti social network;
- integrazione con sensori quali accelerometri, giroscopi, magnetometri, termometri e addirittura nei modelli più evoluti: sensori fotoelettrici, sensori laser di profondità, sensori ad effetto Hall, sensori di prossimità, barometri;
- possibilità di *tethering* (usare il telefono cellulare come gateway) in rete senza fili, WiFi o Bluetooth, verso dispositivi quali altri smartphone o cellulari, computer portatili o computer fissi.

Inoltre le evoluzioni degli standard di telefonia *mobile* hanno permesso l'invio di un volume di dati sempre più spinto. Si pensi in particolare all'UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) fino all'HSPA (*High Speed Packet Access*) e all'LTE (*Long Term Evolution*) i quali presentavano una capacità di scambio dati enormemente superiore al GSM/GPRS (*Global System for Mobile Communications/ General Packet Radio Service*). Grazie a queste evoluzioni tecnologiche dei dispositivi e delle reti senza fili la telemedicina ha cominciato un processo di diffusione attraverso la *mobile-technology*, con lo sviluppo della cosiddetta *mobile-health (m-health)*.

Le esperienze richiamate in questo contributo hanno seguito proprio questo processo di evoluzione, partendo da applicazioni essenzialmente veicolate attraverso l'*e-health* per poi passare ad applicazioni veicolate attraverso l'*m-health*.

Esperienze di diagnostica per immagini delle cellule e dei tessuti

Per quanto riguarda la diagnostica cellulare e dei tessuti un primo lavoro pubblicato sugli Annali dell'Istituto Superiore di Sanità (3-7) ha affrontato l'integrazione in *e-health* della patologia digitale nelle due componenti di citologia e istologia digitale con particolare riferimento alla prima che presenta maggiori criticità. Successivamente il *Rapporto ISTISAN 16/46* (6) ha affrontato sia l'integrazione con smartphone e tablet in *m-health*, che su lavagne virtuali in *e-health*. Nell'analizzare l'integrazione (8) lo studio riporta anche le nuove direzioni di sviluppo e ricerca della citologia digitale nell'*image enhancement* e le nuove chance offerte nel training e nel teleconsulto. In particolare, lo studio sull'*image enhancement* ha mostrato due metodologie promettenti che permettono l'emulazione sia della messa a fuoco che della rappresentazione 3D in citologia digitale. Lo studio sulle potenzialità nel training e nel teleconsulto ha mostrato tre importanti risultati. Il primo risultato è la fattibilità dell'uso del teleconsulto in varie condizioni come ad esempio durante l'accesso ad un Internet hot spot o durante un viaggio in treno. Il secondo risultato è nelle potenzialità del training dove si possono introdurre nuovi modelli di e-learning. Il terzo risultato è rappresentato dalla fattibilità di utilizzare gli *instant messenger*, quali WhatsApp in citologia digitale.

Esperienze di diagnostica per immagini degli organi

Per quanto riguarda la diagnostica degli organi un primo lavoro pubblicato sugli Annali dell'Istituto Superiore di Sanità (9-12) ha affrontato l'integrazione in *e-health* della ecografia digitale nelle due componenti *real time* e in *background*. Particolare spazio in questo studio è stato dedicato anche alle metodologie per il controllo di qualità e di *technology assesment*.

Successivamente il *Rapporto ISTISAN 17/10* (13) si è focalizzato su ulteriori metodiche di diagnostica per immagini degli organi ed ha analizzato le nuove direzioni di sviluppo e ricerca prendendo in considerazione le nuove applicazioni quali: l'integrazione nella realtà virtuale, l'integrazione nel *Computer Aided Manufacturing*, la radiologia domiciliare, l'integrazione nelle applicazioni medicali nella tecnologia *mobile*. Lo studio ha riportato anche un'esperienza di teleradiologia sul territorio italiano, illustrando l'architettura di rete e le applicazioni con particolare riferimento all'amministrazione di sistema evidenziandone le potenzialità per il Servizio Sanitario Nazionale.

Bibliografia

1. Giansanti D, Grigioni M (Ed.). *La salute in un palmo di mano: nuovi rischi da abuso di tecnologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2018. (Rapporti ISTISAN 18/21).
2. Giansanti D (Ed.). *La salute in un palmo di mano: tra opportunità e problematiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2019. (Rapporti ISTISAN 19/15).

3. Giansanti D, Cerroni F, Amodeo R, Filoni M, Giovagnoli MR. A pilot study for the integration of cytometry reports in digital cytology telemedicine applications. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):138-43.
4. Morelli S, Grigioni M, Giovagnoli MR, Balzano S, Giansanti D. Picture archiving and communication systems in digital cytology. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):130-7.
5. Giovagnoli MR, Giarnieri E, Carico E, Giansanti D. How do young and senior cytopathologists interact with digital cytology? *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):123-9.
6. Giansanti D, Grigioni M, D'Avenio G, Morelli S, Maccioni G, Bondi A, Giovagnoli MR. Virtual microscopy and digital cytology: state of the art. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):115-22.
7. Giansanti D, Grigioni M, Giovagnoli MR. Virtual microscopy and digital cytology: fact or fantasy? Preface. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):113-4.
8. Giansanti D (Ed.). *Digital cytology: an experience with image-enhancement and tablet technologies*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2016. (Rapporti ISTISAN 16/46).
9. Giansanti D, Morelli S, Maccioni G, Guerriero L, Bedini R, Pepe G, Colombo C, Borghi G, Macellari V. A web based health technology assessment in tele-echocardiography: the experience within an Italian project. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):392-7.
10. Morelli S, Giordano A, Giansanti D. Routine tests for both planning and evaluating image quality in tele-echocardiography. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):378-91.
11. Giansanti D, Morelli S. Digital tele-echocardiography: a look inside. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):357-62.
12. Giansanti D, Morelli S. Digital tele-echocardiography today: successes and failures. Preface. *Ann Ist Super Sanita* 2009; 45(4):355-6.
13. Giansanti D (Ed.). *Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/10).

Capitolo 2

PROSPETTIVE DELL'IMAGING DIAGNOSTICO CELLULARE E DEGLI ORGANI

Daniele Giansanti

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Introduzione

Grazie agli incredibili cambiamenti promossi dall'*Information and Communication Technology* (ICT) veicolati oggi dall'*electronic-health* (*e-health*) e dalla *mobile-health* (*m-health*) sono oggi possibili numerose nuove applicazioni della diagnostica sia degli organi che cellulare. Si preferisce oggi, nell'era della digitalizzazione, parlare specificamente delle prospettive della radiologia digitale e della patologia digitale.

La radiologia digitale (1) comprende l'uso di strumentazioni di diagnostica per immagini degli organi basate sui sistemi compatibili con *Digital Imaging and COmmunications in Medicine* (DICOM), come si dice, *DICOM-compliant*. Sono comprese in particolare nella radiologia digitale non solo quelle strumentazioni i cui processi di formazione delle immagini si basano su campi di interazione che usano radiazioni ionizzanti ma anche strumentazioni di tipo diverso, quali ad esempio queglii strumenti basati sui campi ad ultrasuoni (ecografi) o magnetici (risonanza magnetica nucleare).

La patologia digitale (2) comprende invece l'uso di processi digitali correlati a strumentazioni per la diagnostica cellulare principalmente nelle due forme, istologica e citologica. Si parla in questo caso di istologia digitale e citologia digitale. Sono comunque compresi in questo ambito anche altri processi di digitalizzazione dell'informazione nel laboratorio biomedico, come, a titolo di esempio non esaustivo, quelli relativi all'integrazione di report citometrici.

Prospettive della radiologia e della patologia digitale

Naturalmente un'analisi dettagliata delle prospettive della radiologia digitale e della patologia digitale meriterebbero due trattazioni dedicate a parte. Tuttavia nell'ottica dell'integrazione dello studio proposto in questo rapporto dedicato all'*m-health* si riportano delle brevi considerazioni di carattere fondamentale.

Direzioni di sviluppo della radiologia digitale

La radiologia digitale negli ultimi anni si è aperta sia a nuove forme di applicazioni di costruzione e/o ricostruzione di realtà artificiale sia di intelligenza artificiale (2).

Per quanto riguarda la realtà artificiale si assiste sempre di più ad applicazioni di realtà aumentata e/o virtuale. Sono disponibili in letteratura ad esempio degli studi che utilizzano il file DICOM da TAC (Tomografia Assiale Computerizzata) e/o risonanza magnetica per restituire al chirurgo su visualizzatori di realtà aumentata di supporto durante un intervento (come per un pilota

di caccia): per esempio l'esatto posizionamento dei vasi sanguigni, o di un nervo. Sono ormai di routine inoltre le applicazioni di realtà virtuale nella cosiddetta colonscopia virtuale o in tutte quelle applicazioni di diagnostica endocavitaria in cui è possibile realizzare un vero e proprio viaggio virtuale grazie all'elaborazione dei *voxel* a partire dal file salvato in DICOM. Questa possibilità di elaborare i *voxel* per creare ambienti di realtà artificiale trova inoltre oggi ampia applicazione nei due settori della ricostruzione tridimensionale (3D) e della simulazione e training in chirurgia. Infatti elaborando i *voxel* è possibile trasformare il file DICOM in un file del formato standard per la stampa 3D denominato stereolitografico (STL) e stampare dei modelli di organi e tessuti (es. ossa). È ad esempio ormai di routine stampare delle parti scheletriche per progettare delle parti bioingegneristiche di sostituzione. Un esempio di tali applicazioni è riscontrabile nel trattamento delle fratture del bacino causate da osteoporosi o tumore osseo: viene stampato il modello in 3D del bacino e poi si progettano degli innesti bioingegneristici con biomateriali sullo stesso modello.

Per quanto riguarda la simulazione e il training in chirurgia, oggi è ormai possibile utilizzare le tecnologie per la realtà aumentata e virtuale abbinate a dei sistemi di restituzione della percezione della forza, detti *force-feedback*. Pertanto al chirurgo che si addestra nella chirurgia del fegato il sistema darà una percezione di *force-feedback* associata al fegato.

L'intelligenza artificiale inoltre, come discusso sta irrompendo nel mondo della radiologia digitale e interessando molti studiosi sia del mondo delle tecnologie che della bioetica. Tali studiosi sono interessati sia alle potenzialità nella *feature recognition*, *automatic recognition* e nel controllo di qualità ma anche ai limiti e alle problematiche connesse.

Direzioni di sviluppo della patologia digitale

Sicuramente le evoluzioni dei processi di digitalizzazione nel mondo dell'istologia digitale e citologia digitale stanno avvenendo ad una velocità inferiore rispetto al mondo della radiologia digitale, soprattutto perché la patologia digitale non si è adeguata allo standard DICOM con la stessa prontezza della radiologia digitale.

Tuttavia si è dimostrato come i processi di digitalizzazione in questo ambito possono favorire il training, che utilizza una fortissima componente di *m-health* (4) in ambienti in cui l'addestramento si basa su visori smartphone a cui viene inviata l'immagine da un microscopio digitale centralizzato. La realtà artificiale inoltre può sicuramente essere di supporto fornendo strumenti per navigare attorno ad elementi cellulari e/o tessutali, come illustrato in un altro contributo in questo rapporto. L'intelligenza artificiale inoltre, come discusso per la radiologia digitale, sta irrompendo nel mondo della patologia digitale e interessando anche in questo caso molti studiosi sia del mondo delle tecnologie che della bioetica. Un esempio di applicazione dell'intelligenza artificiale, fuori dal coro, di cui ci siamo occupati in passato è stato quello dell'emulazione del fuoco del microscopio digitale, funzione molto importante nella citologia tradizionale che trova particolare difficoltà nell'implementazione nei processi di digitalizzazione (5).

Conclusioni

Seppur con manifestazioni di intensità diversa a causa di una diversa velocità di adeguamento nei confronti dello standard DICOM i due mondi della radiologia e patologia digitale si sono aperti e si stanno aprendo al mondo della realtà artificiale e dell'intelligenza artificiale. Un ruolo di sempre maggiore importanza è svolto in questa apertura dalle tecnologie dell'*m-health*. Tali tecnologie infatti stanno fornendo sempre di più un maggiore contributo sia nella trasmissione dell'informazione digitalizzata, sia nella presentazione. Si pensi, con riferimento alla radiologia

digitale, ai visori con smartphone utilizzabili nella chirurgia abbinata a processi di visualizzazione nella realtà aumentata e/o virtuale o ad un file STL che può essere inviato ad una stampante 3D tramite WhatsApp. Si pensi, con riferimento alla patologia digitale al training basato su smartphone o alla ricostruzione 3D del nucleo scambiata tramite WhatsApp.

Bibliografia

1. Giansanti D (Ed.). *Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/10).
2. Giansanti D (Ed.). *Digital cytology: an experience with image-enhancement and tablet technologies*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2016. (Rapporti ISTISAN 16/46).
3. Giansanti D, Cerroni F, Amodeo R, Filoni M, Giovagnoli MR. A pilot study for the integration of cytometry reports in digital cytology telemedicine applications. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46(2):138-43.
4. Giansanti D, Boschetto A, Pochini M, Bottini L, Giovagnoli MR. Design of a process for image improvement in digital cytology: a preliminary technology assessment. *Comput Methods Biomech Biomed Eng Imaging Vis* 2015;5(1):13-24
5. Giansanti D, Pochini M, Giovagnoli MR. Integration of tablet technologies in the e-laboratory of cytology: a health technology assessment. *Telemed J E Health* 2014;20(10):909-15

Capitolo 3

STANDARD DICOM NELLA DIAGNOSTICA CELLULARE E DEGLI ORGANI

Daniele Giansanti, Mauro Grigioni

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Introduzione

Lo standard nella diagnostica per immagini è il *Digital Imaging and COmmunications in Medicine* (DICOM) sviluppato e perfezionato in ambito sanitario e utilizzato da decenni.

Tale standard ha permesso e permette:

- l'archiviazione delle immagini bidimensionali (2D) e tridimensionali (3D) sia statiche che dinamiche nella diagnostica per immagini;
- l'interoperabilità tra i sistemi DICOM compatibili, come si dice in gergo tecnico *DICOM-compliant*.

Da alcuni decenni ai sistemi per *imaging* ospedaliero per la diagnostica degli organi, come ad esempio nella radiologia digitale, è richiesto di essere *DICOM-compliant*. I costruttori di tali dispositivi si sono pertanto adeguati.

Da poco più di un decennio si sono evolute delle versioni di DICOM dedicate alla diagnostica cellulare e istologica. Dato che al momento i sistemi per la diagnostica cellulare e istologica non hanno ancora raggiunto un apprezzabile grado di integrazione con il sistema sanitario non sono soggetti alla pressante richiesta di essere *DICOM-compliant*. Al momento i costruttori di questi sistemi continuano a mantenere degli standard anche proprietari e si stanno gradatamente aprendo verso il *DICOM-compliant*.

Sia nella diagnostica degli organi che cellulare si sta in oltre assistendo a fenomeni di tentativi di importazione di soluzioni di *imaging* provenienti dal mondo dei consumi. Questo accade ad esempio quando si tenta di operare una integrazione con le nuove tecnologie multimediali. Sono gli standard maggiormente diffusi nell'*imaging* statico e dinamico che *de facto* già vengono utilizzati in alcune applicazioni nella diagnostica degli organi, come ad esempio l'Audio Video *Interlive* o che possono presentare delle potenzialità di utilizzo nell'ambito della diagnostica per immagini. Il presente capitolo affronta DICOM nel nostro ambito di studio. Mentre due capitoli immediatamente seguenti sono dedicati alla discussione di questi ulteriori aspetti.

Standard DICOM e strumenti diagnostici

Nel panorama internazionale è particolarmente evidente che oggi le applicazioni di *imaging*, che hanno raggiunto un significativo stadio di avanzamento nell'*e-health*, sono quelle che si sono sviluppate attorno allo standard DICOM (1-3).

Tale standard è stato sviluppato dalle due associazioni:

- *The American College of Radiology* (ACR), responsabile dello sviluppo tecnico-scientifico-medico del sistema;

- *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), un consorzio di produttori responsabile anche di aspetti connessi normativi e proprietà intellettuale.

Dopo varie versioni che si sono evolute a partire dal 1985, nel 1993 lo standard prodotto dall'ACR-NEMA si è stabilizzato e si trasformato radicalmente nella versione 3.0 nella quale, mantenendo sostanzialmente immutate le specifiche inerenti al formato delle immagini, furono aggiunti numerosi servizi e implementati i protocolli di rete *Transmission Control Protocol /Internet Protocol* (TCP/IP) e *Open System Interconnection* (OSI) e venne denominato DICOM, e proprio l'integrazione nelle specifiche del protocollo di rete TCP/IP, ormai largamente diffuso, ne decretò un successo e una popolarità sempre crescenti.

Tutta la strumentazione convenzionale (ossia di routine) di diagnostica per immagini del corpo umano/organi è oggi compatibile con DICOM, come si dice è DICOM-*compliant*.

Questa strumentazione può essere connessa in rete e permette diverse "viste" del corpo umano o di parti e/o funzioni del corpo, ottenute con metodi diversi che hanno capacità e/o funzionalità diagnostiche diverse essendo basate su sorgenti di campo differenti, come nel caso del campo radiativo, magnetico, ultrasonico (3).

Discorso diverso e a parte si deve fare per quanto riguarda la strumentazione per l'*imaging* tissutale (istologia) e cellulare (citologia) afferente per quanto riguarda la digitalizzazione alla cosiddetta patologia digitale.

In patologia digitale soltanto di recente si è riusciti a convergere su di uno standard DICOM appropriato, il cosiddetto DICOM *Whole Slide Image* (WSI) e bisogna attendere l'adeguamento allo standard dei costruttori (probabilmente uno o due decenni dalla definizione dello standard) prima di riuscire ad ottenere una messa in rete e una routine ospedaliera paragonabile a quella della radiologia digitale.

Lo standard DICOM è da molti anni indissolubilmente connesso con il concetto di *Picture Archiving and Communication System* (PACS). Il PACS (1-3) è un sistema integrato per la gestione digitale delle immagini diagnostiche, finalizzato all'eliminazione delle pellicole radiografiche. In questo contesto si sono affermati i sistemi PACS, orientati alla gestione integrata dei vari tipi di immagini generate nei dipartimenti di diagnostica per immagini (e più in generale, nei diversi reparti di un ospedale).

Con il termine PACS si intende, quindi, l'integrazione in un *network* di diversi sottosistemi che comprende: le modalità per l'acquisizione di immagini e dati, l'archivio, le *workstation* di visualizzazione e di refertazione. L'integrazione e la velocità di comunicazione tra le diverse componenti è un punto fondamentale per assicurare l'efficacia del sistema; l'introduzione di un formato standard sia per le immagini che per il protocollo di comunicazione ha sicuramente contribuito in modo sostanziale al raggiungimento di questo obiettivo. Al giorno d'oggi le aziende ospedaliere sono le maggiori organizzazioni sanitarie, per ciò che riguarda il trattamento dei dati. Queste si rivolgono all'informatica, come peraltro tutti i settori in cui si abbia la necessità di rendere sicure, veloci, affidabili e facilmente consultabili quantità enormi di informazioni.

Lo standard per l'*imaging* medicale prevede l'accorpamento e l'associazione precisa e univoca delle informazioni sul paziente (a cui i dati si riferiscono) con i dati dell'immagine, con i dati anagrafici e con i referti medici. Per fare ciò esistono sistemi in grado di associare e abbinare dati di differente natura in un unico documento. Tra questi, come anticipato sopra, DICOM costituisce uno standard in grado di gestire la trasmissione delle immagini, complete e integrate con altra informazione, nella rete informatica.

Le specifiche di DICOM si sviluppano a partire da modelli che stabiliscono quali sono e con quali relazioni interagiscono le entità reali, presenti nel contesto cui lo standard è applicato (pazienti, immagini, etc.). Il vantaggio è quello di mostrare chiaramente e congiuntamente le entità e le relazioni, non per descrivere il flusso dei dati ma per definire la struttura dell'informazione.

Un tipico sistema PACS è in grado di gestire solo oggetti DICOM; tali oggetti contengono al loro interno, oltre all'immagine vera e propria, anche i dati relativi al paziente e all'esame cui si riferiscono. Lo standard è stato sviluppato congiuntamente da utenti e produttori di dispositivi con l'obiettivo di rendere possibile la connessione tra sistemi di produttori diversi. DICOM possiede, quindi, le componenti fondamentali per dialogare con sistemi informatizzati di gestione delle immagini ossia i PACS, delle attività ospedaliere ossia gli *Hospital Information Systems* (HIS).

Bibliografia

1. Giansanti D (Ed.). *Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/10).
2. Gruppo di Studio per l'Assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica e interventistica (Ed.). *Linee guida per l'assicurazione di qualità in teleradiologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2010. (Rapporti ISTISAN 10/44).
3. Orlacchio A, Romeo P, Inserra MC, Grigioni G, Giansanti D (Ed.). *Guidelines for quality assurance and technical requirements in teleradiology. English translation and revision of Rapporti ISTISAN 10/44*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013. (Rapporti ISTISAN 13/38).

Capitolo 4

STANDARD DI *IMAGING* STATICO CON POTENZIALITÀ NEL MEDICAL *IMAGING*

Daniele Giansanti, Maurizio Lucentini, Alessandro Spurio, Giovanni Maccioni
 Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Premessa

Questo capitolo è dedicato all'illustrazione di alcuni standard di formato delle immagini statiche che si stanno diffondendo nel mondo dei consumi per via della capacità che hanno dimostrato nel veicolare l'*imaging* attraverso le nuove tecnologie multimediali che includono anche social network e *messenger*.

Prendere posizione sull'integrabilità di queste soluzioni con i sistemi sanitari esula naturalmente dagli obiettivi di questo studio. Tuttavia prendere atto che delle potenzialità esistono è importante per stimolare gli stakeholder a sviluppare attività di studio e analisi in questo settore attraverso gruppi di lavoro formati da esperti nelle discipline correlate. Alcuni di questi standard sono stati utilizzati, nei limiti di quanto premesso in alcune applicazioni di *imaging* nei social network (1-2). Si rammenta che attualmente l'unico standard consolidato in ambito medicale è il *Digital Imaging and COmmunications in Medicine* (DICOM) (descritto in dettaglio in un precedente contributo) sia per quanto riguarda lo scambio di immagini fisse, affrontato in questo contributo, sia mobili.

Standard di archiviazione nell'*imaging* statico

Esistono oggi numerosissimi formati di immagini che possono essere letti dagli elaboratori. Questi possono essere divisi rispetto alla risoluzione dell'immagine in due grandi gruppi (1):

- con perdita di qualità o in inglese *lossy*;
- senza perdita o ad alta qualità in inglese *high quality* (HQ).

Il primo gruppo privilegia la minimizzazione dell'occupazione di memoria a scapito della qualità, mentre il secondo gruppo privilegia esattamente l'opposto.

Nell'*imaging* statico ottenuto da fotocamera/videocamera gli standard più utilizzati sono:

- *Joint Photographic Experts Group* (JPEG);
- *Tagged Image File format* (TIFF);
- RAW (identifica il tipo d'immagine appena prodotta ma non la sua estensione, che varia a seconda del produttore della fotocamera/video camera).

Nella discussione affrontiamo questi tre formati dato che sono quelli più direttamente utilizzati nell'*imaging* statico proveniente da fotocamera/video camera/camera con rivelatori. Esistono tuttavia molti altri formati interessanti nati per applicazioni grafiche. Tra questi si evidenzia il *Portable Network Graphics* (in acronimo PNG) un formato di file sviluppato per memorizzare immagini. Fu ideato nel 1994 quando i detentori del brevetto del formato *Graphics Interchange Format* (GIF), decisero di richiedere il pagamento dei diritti brevettuali per permetterne l'utilizzo

nelle applicazioni informatiche. Il PNG è simile al GIF, ed è più efficiente con immagini non fotorealistiche (che contengono troppi dettagli per essere compresse in poco spazio), quindi non provenienti da fotocamera/video-camera/camere con rivelatori.

I tre formati JPEG, TIFF e RAW utilizzano una organizzazione dell'immagine in pixel detta anche *bitmap* o *raster*.

Due sono i parametri caratterizzanti la qualità delle immagini:

- risoluzione;
- profondità.

La risoluzione è determinata dal numero di pixel contenuti nell'unità di misura considerata (in genere il pollice inglese, equivalente a 2,54 cm); si misura in PPI (*Pixel Per Inch*) oppure in DPI (*Dot Per Inch*, ossia punti per pollice). La profondità è definita dalla memoria che si dedica ad ogni pixel, ovvero dal numero di bit dedicati ad ogni pixel, come ad esempio nelle immagini a colori per descrivere il colore, e si misura in BPP (*Bit Per Pixel*); maggiore è il numero di bit, maggiore è il numero di colori che è possibile descrivere. Un altro comune metodo per indicare la qualità delle immagini *raster/bitmap*, tipico dell'*imaging* digitale, è moltiplicare il numero delle righe di pixel per quello delle colonne di pixel ed esprimere il valore in megapixel.

Formato RAW

Il formato RAW deriva dall'inglese "crudo" o "grezzo". Si tratta del formato più facilmente gestibile in assoluto in quanto, oltre alla massima qualità, vengono registrati tutti i parametri dello scatto e, soprattutto, le sfumature del colore. È proprio da queste caratteristiche che deriva il suo nome, ovvero dal fatto di non essere in alcun modo ritoccato, compresso o maneggiato.

Formato TIFF

Il formato TIFF permette una notevole flessibilità, soprattutto per quanto riguarda la gestione del colore. Esso infatti permette di visualizzare immagini con colori differenti a seconda del programma (detto anche in questo caso interprete) che viene utilizzato. Il TIFF è largamente diffuso e utilizzato per lo scambio di immagini *raster* o *bitmap*, ossia di quelle immagini che come illustrato sopra sono organizzate in pixel.

Questo formato appare pertanto potenzialmente ideale per far comunicare più dispositivi/elaboratori all'interno del laboratorio ospedaliero. È inoltre uno standard considerato di qualità superiore rispetto al JPEG, essendo un formato non *lossy*, ad alta qualità che non bada a compressione. Una immagine in formato TIFF può arrivare a pesare sopra 100 MB, a seconda dei megapixel del sensore e del tipo di fotocamera/videocamera utilizzata.

In citologia digitale molti sistemi permettono di ottenere dalla *Virtual Slide* o *e-slide* (file ottenuto dal processo di digitalizzazione) degli *screen-shot* o scatti relativi a parti di interesse proprio nel formato TIFF (1).

Formato JPEG

JPEG è un formato con perdita di qualità di immagine e rispetto al TIFF risulta pertanto di bassa dimensione e di minor qualità. È a tutt'oggi il formato più diffuso al mondo ed è supportato da ogni applicativo/piattaforma/elaboratore. Attraverso delle operazioni di editing è possibile impostare il livello di compressione tenendo conto che maggiore è la compressione e minore è la qualità. Si deve comunque tenere conto che anche con una compressione minima il JPEG non potrà mai eguagliare formati superiori come TIFF o RAW.

JPEG è considerato per l'*imaging* quello che MP3 (per esteso *Moving Picture Expert 3*) è considerato per i suoni, entrambi infatti sono molto flessibili e consentono un editing dell'occupazione dello spazio a discapito della qualità dell'immagine (il primo) o del suono (il secondo)

Compatibilità degli standard di archiviazione

In ambito medicale si vanno sempre più diffondendo dei software che permettono di ottenere passaggi di formato da DICOM (*Digital Imaging and COmmunications in Medicine*) verso JPEG e TIFF e viceversa.

È agevole per il lettore verificare sul web la numerosità dei software e opzioni ad oggi disponibili che permettono una completa portabilità tra un formato standard medicale a formati nati per il mondo industriale e dei consumi che comunque sono utilizzati in alcuni setting di operazioni pure in ambito medicale.

Conclusioni e prospettive

Il capitolo ha descritto alcuni standard di formato dell'*imaging* statico che si stanno diffondendo nel mondo dei consumi e dell'industria grazie alla capacità che hanno dimostrato di veicolare l'*imaging* attraverso le nuove tecnologie multimediali che includono anche social network e *messenger*.

Tra questi sono stati affrontati in particolare quelli utilizzati nell'*imaging* statico proveniente da fotocamera/videocamera che sicuramente presentano maggiori potenzialità di quelli utilizzati nella grafica. Alcuni di questi standard sono stati utilizzati, nei limiti di quanto premesso in alcune applicazioni di *imaging* utilizzando i social network (1-2).

Bibliografia

1. Giansanti D (Ed.). *Digital cytology: an experience with image-enhancement and tablet technologies*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2016. (Rapporti ISTISAN 16/46).
2. Giansanti D (Ed.). *Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/10).
3. Gruppo di Studio per l'Assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica e interventistica (Ed.). *Linee guida per l'assicurazione di qualità in teleradiologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2010. (Rapporti ISTISAN 10/44).
4. Orlacchio A, Romeo P, Inserra MC, Grigioni G, Giansanti D (Ed.). *Guidelines for quality assurance and technical requirements in teleradiology. English translation and revision of Rapporti ISTISAN 10/44*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013. (Rapporti ISTISAN 13/38).

Capitolo 5

STANDARD DI *IMAGING* DINAMICO CON POTENZIALITÀ NEL *MEDICAL IMAGING*

Daniele Giansanti (a), Giovanni Maccioni (a), Maurizio Lucentini (a), Alessandro Spurio (a),
Luca Cosentino (b)

(a) Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Premessa

Questo capitolo è dedicato alla disseminazione di alcuni standard di formato dell'*imaging* dinamico che si stanno diffondendo nel mondo dei consumi e dell'industria grazie alla capacità che hanno dimostrato di veicolare l'*imaging* attraverso le nuove tecnologie multimediali che includono anche social network e *messenger* (1). Prendere posizione sull'integrabilità di queste soluzioni con i sistemi sanitari esula naturalmente dagli obiettivi di questo studio. Tuttavia prendere atto che delle potenzialità esistenti è importante per stimolare gli stakeholder a sviluppare attività di studio e analisi in questo ambito attraverso gruppi di lavoro formati da esperti nelle discipline correlate. Anche nel caso dell'*imaging* dinamico si ricorda che l'unico standard consolidato in ambito medico è il *Digital Imaging and COmmunications in Medicine* (DICOM) (come già descritto in dettaglio nel Capitolo 4 di questo rapporto).

Standard di archiviazione nell'*imaging* dinamico

Attualmente lo standard DICOM permette anche l'archiviazione (2-3) di immagini dinamiche. Tuttavia nel mondo dei consumi e dell'industria si stanno diffondendo sempre di più degli standard con potenzialità in ambito medico (4) di cui occorre prendere atto.

Associati al concetto di standard nell'*imaging* dinamico ci sono i due concetti di *codec* e "contenitore". I *codec* hanno il compito di codificare e decodificare i dati (audio e video) di cui sono composti i filmati, così da poterli convertire in altro formato video o riprodurli con un media player. I contenitori sono dei file che contengono al loro interno sia il flusso video sia il flusso audio a disposizione dei *codec* per la lettura e riproduzione.

L'obiettivo del contributo è di focalizzarsi sui contenitori o file e analizzare brevemente gli standard per permettere al lettore di addentrarsi in modo più completo sulle problematiche discusse successivamente.

Tra i contenitori che in sostanza hanno il compito di impacchettare il flusso audio e video processato dai *codec* e renderlo così fruibile per i software media player troviamo che i più noti sono i seguenti:

- *AVI* (*Audio Video Interleave*)

È stato sviluppato da Microsoft e introdotto nel 1992 nell'ambito della sua tecnologia Video per Windows. Il formato video AVI è tra i più vecchi Ancora oggi utilizzati. È così diffuso e utilizzato che, da molti, è considerato lo standard de facto del settore. La sua infrastruttura lo rende facilmente utilizzabile su diverse piattaforme operative (Windows, MacOS, Linux,

Android e i browser più popolari) e permette la conservazione di flussi processati da diversi codec. Molti codec utilizzati in ambito medicale connessi ad esempio a dispositivi per diagnostica degli organi (es. ecografi, dispositivi per imaging in emodinamica) generano file in formato AVI (4).

- *FLV (Flash Video Format)*
È un formato ottenuto dalla compressione del software Adobe Flash ed è stato progettato, quasi esclusivamente per la riproduzione di filmati sul web anche se poi sia per via di alcuni banchi sia per l'incapacità di stare al passo con l'evoluzione di alcuni strumenti web ha subito un processo di obsolescenza.
- *WMV (Windows Media Video)*
È stato sviluppato da Microsoft. Il file WMV è caratterizzato da una forte compressione *lossy* tramite degli algoritmi proprietari che riduce fortemente le dimensioni dei file. Secondo molti studiosi in ambito imaging la compressione è troppo accentuata e la qualità video ne risente pesantemente.
- *MOV (Apple QuickTime Movie)*
È stato realizzato da Apple per i propri dispositivi. MOV essendo nato con queste caratteristiche proprietarie ha avuto una diffusione limitata nel mondo Microsoft anche se è disponibile una versione gratuita di QuickTime per Windows. Il file MOV è caratterizzato da un'ottima qualità video e da una scarsa compressione. Quest'ultima caratteristica lo rende difficilmente utilizzabile in ambito web.
- *MPEG4 (Moving Picture Expert Group 4)*
Come dice il nome stesso, si tratta dell'erede designato dell'MPEG3 (e a differenza di quest'ultimo può essere utilizzato anche per file video e non solo per digitalizzare tracce audio). È stato sviluppato dal Moving Picture Experts Group. Si tratta di un contenitore pensato per filmati ad alta definizione, ma caratterizzati da dimensioni non molto elevate. L'MPEG4, infatti, nasce per lo streaming e la condivisione sulla Rete, tanto che la sua adozione e compatibilità con le tecnologie per web ha reso obsoleto l'FLV in ambito web. È attualmente anche molto utilizzato come formato attachment di immagini in molti *messenger* sugli smartphone/tablet come ad esempio in WhatsApp.

Conclusioni e prospettive

Questo capitolo ha descritto alcuni standard di formato dell'*imaging* dinamico che si stanno diffondendo nel mondo dei consumi grazie alla capacità che hanno dimostrato di veicolare l'*imaging* attraverso le nuove tecnologie multimediali che includono anche social network e *messenger*.

Tra questi sono stati affrontati i formati di immagini attualmente utilizzati in ambito medicale e/o potenzialmente utilizzabili. Tra i formati di *imaging* dinamico sicuramente i meno interessanti sono l'FLV che è stato soppiantato e il MOV che è poco diffuso in ambiente Microsoft. Questo capitolo ha avuto un ruolo importante anche per quanto riguarda la definizione dell'ambiente di sperimentazione utilizzato in alcuni studi sull'integrazione dell'*imaging* dinamico in WhatsApp di seguito riportati. Pertanto nella sperimentazione che segue in questo rapporto sono stati scelti gli altri tre, ossia: (a) l'AVI già utilizzato in ambito medico come contenitore di streaming che comprende sia audio che video in uscita (4); (b) l'MPEG4 dotato di un ottimo compromesso di rapporto qualità/dimensioni che ha soppiantato l'FLV ed è molto utilizzato dai *messenger* come

formato standard di attachment smartphone/tablet; (c) il WMV anche perché si ritiene interessante investigare la potenza diagnostica in un file di bassa occupazione di risorse.

Bibliografia

1. Giansanti D (Ed.). *Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/10).
2. Gruppo di Studio per l'Assicurazione di Qualità in Radiologia Diagnostica e interventistica (Ed.). *Linee guida per l'assicurazione di qualità in teleradiologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2010. (Rapporti ISTISAN 10/44).
3. Orlacchio A, Romeo P, Inserra MC, Grigioni G, Giansanti D (Ed.). *Guidelines for quality assurance and technical requirements in teleradiology. English translation and revision of Rapporti ISTISAN 10/44*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013. (Rapporti ISTISAN 13/38).
4. Giansanti D, Morelli S. Digital tele-echocardiography: a look inside. *Ann Ist Super Sanita* 2009;45(4):357-62

Capitolo 6

QUICK RESPONSE CODE: OPPORTUNITÀ NELL'INTEGRAZIONE NELLA TECNOLOGIA MOBILE IN SANITÀ ATTRAVERSO IL CLOUD

Daniele Giansanti

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Definizione di *cloud*

Oggi giorno, grazie alla diffusione di dispositivi quali smartphone, tablet e computer portatili, siamo in grado di accedere ad Internet praticamente da ogni luogo, con tutti i pro e i contro che questo può comportare. Certe volte però può capitare di creare un file sul computer di casa, ma l'indomani, recandosi a lavoro, ci si potrebbe dimenticare di portare con sé proprio quel file. Altre volte, invece, potrebbe capitare di ritrovarsi con più copie di uno stesso file e di non sapere, purtroppo, qual era il file di cui si aveva realmente bisogno. Nella peggiore delle ipotesi, si potrebbe perdere lo smartphone, il tablet o il computer portatile contenente tutti i propri file, o, peggio ancora, potrebbe persino anche accadere che il proprio dispositivo preferito smetta improvvisamente di funzionare. Per risolvere questi e altri problemi del genere è nato quindi il *cloud* che non è altro che uno spazio di archiviazione personale, chiamato talvolta anche *cloud storage*, che risulta essere accessibile in qualsiasi momento e in ogni luogo utilizzando semplicemente una qualunque connessione ad Internet. Bisogna comunque precisare che con il termine *cloud*, oltre che a riferirsi al *cloud storage*, a volte ci si potrebbe riferire anche ad altri servizi offerti dal *cloud computing*.

Il *cloud storage* sincronizza tutti i file in un unico posto, con il conseguente vantaggio di ricaricarli, modificarli, cancellarli e/o aggiornarli, senza avere quindi più il bisogno di portare con sé hard disk esterni, pen-drive, o qualsiasi altra cosa che normalmente è possibile perdere o dimenticare.

Il *cloud computing* è un'attività informatica applicata ai nostri device, quando senza rendercene conto, viene effettuato un backup nel *cloud*, sia nell'ambiente di lavoro dove ormai le risorse vengono condivise attraverso questa modalità. Senza andare troppo lontano ci basta pensare ai nostri account di Google o di Microsoft attraverso i quali è possibile accedere ai due *cloud* rispettivamente chiamati:

- Google Drive (utilizzato in questa sperimentazione)
- OneDrive.

Quick Response Code

Un *Quick Response (QR) Code* è un codice a barre bidimensionale (o codice 2D), ossia a matrice, composto da moduli neri disposti all'interno di uno schema bianco di forma quadrata. Viene impiegato per memorizzare informazioni generalmente destinate a essere lette tramite uno smartphone o un tablet attraverso la video camera di cui sono dotati.

In un solo crittogramma possono essere contenuti fino a 7.089 caratteri numerici o 4.296 alfanumerici.

La capacità di memorizzazione dei dati è la seguente:

- solo numerico: max 7.089 caratteri;
- alfanumerico: max 4.296 caratteri;
- binario (8 bit): max 2.953 byte;
- kanji/kana: max 1.817 caratteri.

Il codice QR fu sviluppato nel 1994 dalla compagnia giapponese Denso Wave per tracciare i pezzi di automobili nelle fabbriche di Toyota. Nel 1999 Denso Wave ha distribuito *QR Code* sotto licenza libera, favorendone così la diffusione in Giappone. Vista la capacità del codice di contenere più dati di un codice a barre, fu in seguito utilizzato da diverse industrie per la gestione delle scorte. Nel corso degli anni 2000 alcune di queste funzioni furono progressivamente assolve dalle etichette *Radio Frequency Identifier* (RFID).

QR Code e condivisione multimediale attraverso lo smartphone: esempi in biomedicina

Le applicazioni del *QR Code* come strumento di mediazione e interconnessione tra tecnologia *mobile* e archivi tipo *cloud* disponibili in rete attraverso il web sono molteplici. Infatti la possibilità di codificare con i codici QR dei percorsi Internet attraverso degli opportuni codificatori disponibili (anche gratuiti) e la successiva decodifica nello smartphone attraverso dei decodificatori disponibili (anche gratuiti) permette un facile e pratico raggiungimento di documentazione multimediale nel rispetto dei consueti parametri di sicurezza informatica. Per meglio comprendere tali potenzialità del *QR Code* si riportano tre esempi. L'Esempio 1 è relativo alla condivisione di immagini microscopiche di vetrini citologici attraverso il *cloud*. L'Esempio 2 è relativo alla condivisione di istantanee (dall'inglese *snapshots*) di uno stesso vetrino digitale (dall'inglese *e-slide*) in un *cloud*. L'Esempio 3 è relativo alla condivisione di un documento disponibile nel web sulla citologia digitale.

Esempio 1: condivisione di immagini microscopiche di vetrini citologici con *cloud*

Per questo primo esempio relativo alla condivisione di immagini microscopiche di vetrini citologici con *cloud* tracciamo anche il processo di codifica e decodifica del *QR Code*. Nel web sono disponibili diversi software gratuiti ed equivalenti per ottenere il *QR Code*. Di seguito ne è stato scelto uno con sorteggio denominato *QR Code generator*.

Inserendo tale indirizzo nel menu del software si ottiene il *QR Code* (Figura 1).

Il *QR Code* stampato o mostrato in un monitor può a questo punto essere catturato attraverso delle Applicazioni (App) installabili sullo smartphone. Anche in questo caso esistono diverse App installabili con caratteristiche equivalenti. Ne abbiamo scelta e installata una dopo sorteggio (*QR Code reader*).

In Figura 2 è illustrata l'icona di tale App, le fasi di puntamento del codice e dell'estrazione del percorso. Il lettore può provare personalmente testare il flusso.



https://drive.google.com/drive/folders/1E00pXJf3wJnWEWfPI_F8AmMJUry2dSY5?usp=sharing

Figura 1. Esempio 1: QR Code generato e link

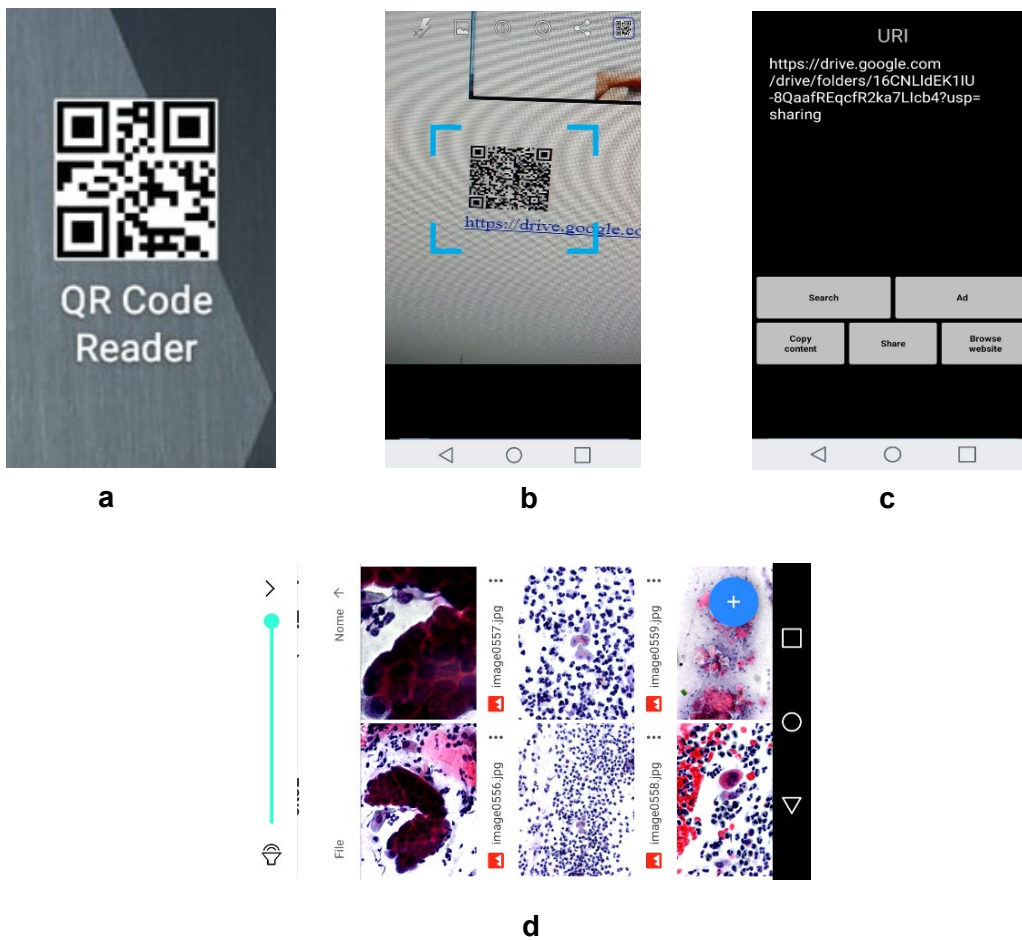


Figura 2. Esempio 1: fasi di accesso utilizzando QR Code reader: la App QR Code reader (a); il puntamento con la videocamera (b); il browsing (c); la schermata di primo accesso da smartphone (d)

Esempi 2 e 3: condivisione di istantanee (*snaphot*) di uno stesso vetrino digitale e condivisione di un documento disponibile nel web

Di seguito i due *QR Code* con i link Internet relativi alla condivisione di istantanee di uno stesso vetrino e alla condivisione di un documento. Utilizzando la procedura descritta per l'Esempio 1 si ottengono i rispettivi *QR Code* riportati in Figura 3.



<https://drive.google.com/drive/folders/16CNLldEK1IU-8QaafREqcfR2ka7Llcb4?usp=sh>

Esempio 2



http://old.iss.it/binary/publ/cont/16_46_web.pdf

Esempio 3

Figura 3. Esempi 2 e 3: QR Code e link relativi

Capitolo 7

WHATSAPP: UNO STRUMENTO DI MESSAGGISTICA CON PROSPETTIVE IN *M-HEALTH*

Daniele Giansanti

Centro Nazionale per le Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Premessa

Nel presente rapporto è stato più volte utilizzato in diverse applicazioni (App) lo strumento di messaggistica elettronica WhatsApp. È sicuramente il caso di ribadire che gli studi proposti pur avendo un valore di *technology assessment* della tecnologia in relazione ad alcune casistiche proposte non può certo esprimersi sull'utilizzabilità o meno di WhatsApp in applicazioni di routine in ambito biomedicale, non avendo al momento WhatsApp quei requisiti che lo rendono certificato per tale compito.

Tuttavia stiamo assistendo ad alcuni movimenti tecnologici importanti di cui occorre prendere atto:

- gli strumenti di messaggistica elettronica iniziano ad essere utilizzati in applicazioni di *mobile health (m-health)*, come testimoniato in alcuni studi recentemente pubblicati (1-8);
- Tra gli strumenti di messaggistica elettronica il più utilizzato in queste applicazioni è proprio WhatsApp (1-8).

L'obiettivo di questo contributo è quello di far emergere in modo chiaro quanto evidenziato nei punti precedenti e riportare attraverso delle analitiche riflessioni che tipo di utilizzo di WhatsApp sta attualmente emergendo in *m-health*.

App di messaggistica elettronica

Le App di messaggistica o “Messenger” sono App e piattaforme che permettono lo scambio di messaggi, di documenti e/o di elementi multimediali (immagini, film, musica) attraverso delle chat. Le alternative sono molte e tra le più note troviamo: Hangouts; Telegram; WhatsApp; *Facebook Messenger*; Viber; Skype; Tango; OoVoo; Snapchat; Wechat; Yahoo Messenger. Non tutti, tuttavia, hanno lo stesso successo. WhatsApp (Facebook Corp, USA) è una delle App più diffuse e permette di inviare rapidamente messaggi a qualsiasi contatto registrato in rubrica che ha installato l'App.

Attualmente, WhatsApp è compatibile con quasi tutti i dispositivi mobili sistemi operativi sul mercato: Android, iOS, Symbian e Windows Phone. Tra le potenzialità di questa App evidenziamo, come sarà anche richiamato nel Capitolo 14 di questo rapporto, la possibilità di:

- creare gruppi, i cosiddetti WhatsApp Group (WAG);
- includere questa App in una piattaforma installata su un personal computer attraverso la versione per PC chiamata WhatsApp-Web. Questa opportunità è utile sia per la creazione di gruppi protetti per il teleconsulto cooperativo sia per la creazione di architetture *client-server* in telemedicina, sia per l'*m-health* che l'*electronic health (e-health)*.

WhatsApp nella letteratura scientifica: potenzialità e prospettive in *m-health*

In una recente *review* pubblicata sulla rivista *m-health* (1) ci siamo proprio occupati di rispondere agli obiettivi del presente contributo ossia, perché scegliere WhatsApp e quali sono le direzioni di sviluppo in *m-health*. In tale *review* è emerso in modo chiaro che il più utilizzato strumento di messaggistica elettronica in applicazioni pilota in *m-health* è proprio WhatsApp. In particolare in un recente studio governativo in Botswana dal titolo “WhatsApp: An Innovative Tool for Dermatology Care in Limited Resource Settings” (2) è stata riportata l’utilità di WhatsApp in alcune applicazioni di *medical imaging* con particolare riferimento ad applicazioni di *imaging* dermatologico. Entrando in maggior dettaglio (2) lo studio giunge alle stesse conclusioni di un altro importante contributo scientifico precedente di Mars e Scott “Being Spontaneous: The Future of Telehealth Implementation?” (3) sia sulla scelta di WhatsApp sia sulle prospettive di un utilizzo nel *medical imaging* e in applicazioni genericamente denominate di “telemedicina spontanea”. Anche altri recenti importanti studi stanno evidenziando, ad esempio, le grandi opportunità di WhatsApp come strumento aggiuntivo in *m-health* (4) o in applicazioni specifiche come in odontoiatria (5) in ortopedia (6) e tele-educazione (7).

Molto rari sono i casi di esperienze di parziale insuccesso dell’utilizzo di WhatsApp, come nel caso di un’applicazione per la gestione dei donatori di sangue (8); e in questi casi va ricordato come diversi aggiornamenti di WhatsApp dal 2016 ad oggi hanno consentito il superamento della maggior parte delle poche limitazioni riportate.

In generale, dalla *review* sono emerse in modo chiaro le prospettive di utilizzo di WhatsApp.

La prima prospettiva di utilizzo di WhatsApp è quella di un uso come *strumento spontaneo* in reti mobili familiari dedicate alla gestione e al monitoraggio di soggetti fragili nelle cure domiciliari (Figura 1).

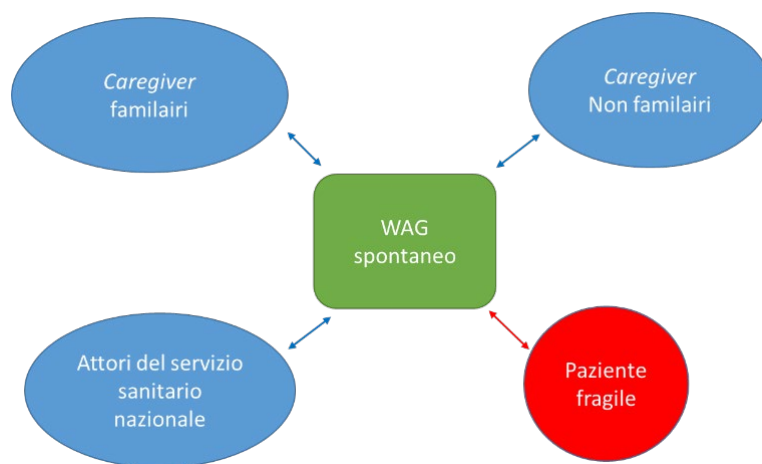


Figura 1 Scenario di utilizzo di WhatsApp in WAG spontanei familiari Giansanti D (1)

Qui viene utilizzato WhatsApp come mezzo per collegare H24 in WAG specifici familiari, *caregiver* appartenenti alla famiglia/rete di parenti e non familiari (come ad esempio i badanti stipendiati), attori del sistema sanitario (come ad esempio il medico di famiglia italiano).

La seconda prospettiva di utilizzo è focalizzata sull'applicazione di WhatsApp negli scambi di immagini mediche. In particolare nella *review* è evidenziato come WhatsApp possa rappresentare un valido strumento per lo scambio di immagini sia statiche che dinamiche.

Conclusioni

È ben noto che WhatsApp non è attualmente utilizzato nella routine in ambito biomedicale, non avendo al momento quei requisiti che lo rendono certificato per tale compito. Tuttavia stiamo assistendo ad un utilizzo sempre più frequente di WhatsApp in applicazioni di tipo pilota i cui studi sono riportati in riviste di *e-health* ed *m-health*.

Il contributo ha fatto emergere analiticamente in modo chiaro la diffusione di WhatsApp in queste esperienze pilota e le prospettive di utilizzo in ambito biomedico che vanno dalla creazione dei WAG spontanei di supporto del paziente fragile al *medical imaging* dinamico.

Bibliografia

1. Giansanti D. WhatsApp in *mHealth*: an overview on the potentialities and the opportunities in medical imaging. *mHealth* 2020;6:19 e-collection
2. Williams V, Kovarik C. WhatsApp: an innovative tool for dermatology care in limited resource settings. *Telemed J E Health* 2018;24:464-8.
3. Mars M, Scott RE. Being spontaneous: The future of telehealth implementation? *Telemed J E Health* 2017;23:766-72.
4. Giordano V, Koch H, Godoy-Santos A, *et al.* WhatsApp messenger as an adjunctive tool for telemedicine: an overview. *Interact J Med Res* 2017;6:e11.
5. Petruzzi M, De Benedittis M. WhatsApp: a telemedicine platform for facilitating remote oral medicine consultation and improving clinical examinations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2016;121:248-54.
6. Ellanti P, Moriarty A, Coughlan F, *et al.* The use of WhatsApp Smartphone messaging improves communication efficiency within an orthopaedic surgery team. *Cureus* 2017;9:e1040.
7. Coleman E, O'Connor E. The role of WhatsApp® in medical education; a scoping *review* and instructional design model. *BMC Med Educ* 2019;19:279.
8. Rodrigues Lucena TF, Negri LQ, Marcon D, *et al.* Is WhatsApp effective at increasing the return rate of blood donors? *Telemed J E Health* 2019. [Epub ahead of print].

Capitolo 8

ULTIMO MIGLIO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN CARDIOLOGIA

Daniele Giansanti

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Premessa

Questo capitolo affronta l'introduzione dell'Intelligenza Artificiale (IA) in cardiologia. Un'analisi dettagliata implicherebbe uno studio dedicato e univocamente focalizzato in questo ambito. Lo scopo del contributo, in linea con gli obiettivi del rapporto, è tuttavia quello fondamentale di evidenziare da un punto di vista generale quali sono le problematiche che ruotano attorno all'introduzione dell'IA in cardiologia, e che rappresentano quello che è stato definito l'"ultimo miglio" dell'IA. Il contributo termina illustrando quali sono gli scenari di introduzione dell'IA secondo gli studiosi ed evidenziando la necessità di sviluppare esercizi di posizionamento in cardiologia.

Intelligenza artificiale e cardiologia

Decisione medica e intelligenza artificiale

La decisione medica è sempre stata un punto critico e sempre al centro di dibattiti e discussioni. Nella medicina moderna, il processo decisionale è un processo complesso che idealmente si basa sulla disponibilità di prove obiettive e affidabili, sull'accesso immediato alla conoscenza e sulla corretta interpretazione (1, 2) dei fatti disponibili con l'integrazione del rapporto rischio-beneficio del paziente in ogni fase decisionale (2); tuttavia (3) la maggior parte degli errori di giudizio e di decisione sono stati attribuiti principalmente a due fenomeni:

- 1) *bias valutativi*, indotti da un pregiudizio del soggetto che percepisce.
(Nessuno di noi è immune dalle distorsioni cognitive, o *bias* cognitivi, tuttavia essere consapevoli della loro esistenza può aiutare; una generica componente delle distorsioni cognitive è presente infatti in qualsiasi giudizio, in quanto esso è legato ad un fattore percettivo e dunque ad una visione della realtà filtrata soggettivamente da chi valuta)
- 2) *rumore*, ben noto fenomeno che può dipendere dal macchinario e da altri fattori che possono essere aggiunti dalla catena diagnostica.

Il che significa che le decisioni sono influenzate anche da fattori apparentemente irrilevanti attribuibili a chi effettua la diagnosi, si va dall'umore attuale, al tempo trascorso dall'ultimo pasto e al tempo dedicato alla diagnosi. Per questo motivo l'uomo, lo scienziato e il medico sono da decenni alla ricerca di un *deus ex machina* in grado di dare un supporto e un conforto alla decisione medica.

Molti vedono nell'IA questo *deus ex machina*.

Intelligenza artificiale

Oggi sentiamo sempre più parlare dell'introduzione dell'intelligenza artificiale (IA) nella decisione medica. L'IA è (1-4) una branca dell'ingegneria che implementa nuovi concetti per risolvere sfide complesse (1-2). È definita come la teoria e lo sviluppo di sistemi informatici in grado di svolgere compiti che normalmente richiedono intelligenza umana (5-9). Si basa sulla creazione di specifiche reti neurali al fine di costruire algoritmi per consentire il cosiddetto apprendimento automatico dinamico (5), che imita il cervello umano nella previsione e nell'interpretazione dei fenomeni. Per questo motivo gli studiosi stanno investendo energie nella ricerca e nelle applicazioni dell'IA in diversi campi medici che vanno dalla prevenzione del rischio fino alla diagnosi su immagini mediche.

Intelligenza artificiale in cardiologia

L'IA mira ad aiutare i cardiologi a prendere decisioni migliori, ad ottimizzare il flusso di lavoro, la produttività e l'efficacia in termini di costi e, in definitiva, i risultati per i pazienti (1, 2). L'intelligenza artificiale è stata ad esempio utilizzata nelle previsioni automatizzate dei punteggi nella valutazione del rischio di malattie cardiovascolari e della diagnosi di insufficienza cardiaca; ad esempio, è stata dimostrata utile l'IA nel prevedere l'insufficienza cardiaca 9 mesi prima dei medici che utilizzano la diagnostica tradizionale (6, 10, 11). Anche nell'analisi dei dati in più dimensioni l'IA ha dimostrato la sua utilità, come ad esempio nell'interpretazione degli ecocardiogrammi utilizzando algoritmi adeguatamente progettati (8). Anche altri autori hanno studiato ad esempio l'utilità dell'IA nella diagnosi nell'*imaging* in più dimensioni, come nel caso dell'adeguatezza dell'intervento e del trattamento coronarico percutaneo (1).

Va precisato che in cardiologia come in altre discipline dove si sta affacciando l'IA, la maggior parte dei medici, anche se l'IA sta diventando ben nota in diversi campi, è più probabile che associ ancora il termine IA a un fenomeno futuristico piuttosto che ad una "bioingegneria innovativa". È comunque molto difficile trovare un paziente che conosca l'IA. Inoltre, un ampio spettro di aspetti etici è associato e interconnesso all'uso pratico dell'IA in medicina e in altri campi, si va dalla minaccia alla privacy alla minaccia alla dignità umana (1-2) tanto per citarne alcuni.

Percorsi attuali e futuri di studio

Una previsione puntuale degli sviluppi dell'IA in cardiologia naturalmente non è proponibile. Molto dipende da come ci si porrà di fronte all'impatto che l'IA avrà nei confronti degli aspetti bioetici e di come gli stakeholder sapranno affrontarli. Tuttavia, nonostante non sia possibile dare un peso puntuale agli indirizzi di questa nuova opportunità, è possibile comunque identificare quali aree potranno beneficiarne.

La Figura 1 riporta per grandi linee sia il possibile scenario evolutivo dell'IA in cardiologia sulla base di uno studio proposto da Johnson *et al.* (9) sia il possibile ruolo attivo che potrà avere la stessa IA nella ricerca e sviluppo, nella pratica clinica e nel rapporto diretto con la salute della popolazione.

Un ruolo importante nel disegnare questo scenario evolutivo lo avranno gli attori stessi che lavorano in questo ambito, dalla cardiologia tradizionale a quella interventistica.

Proprio per questo sarà importante svolgere esercizi di posizionamento dedicati, in particolare a chi lavora in prima linea, utilizzando ad esempio sondaggi dedicati e veicolati attraverso le moderne tecnologie ad oggi a disposizione.

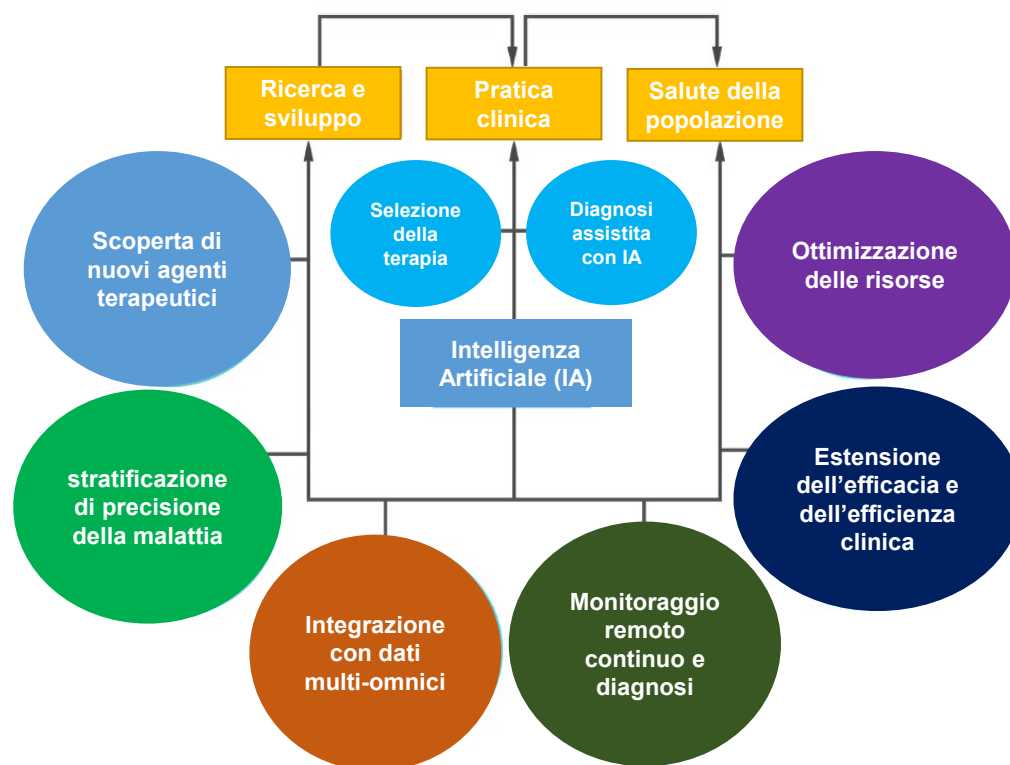


Figura 1. Scenario evolutivo dell'intelligenza artificiale in cardiologia, secondo Johnson *et al.* (9)

Per questo motivo abbiamo deciso di sviluppare un nostro sondaggio con questo obiettivo. Tale sondaggio, che è riportato in un capitolo di questo rapporto è stato sottomesso ad un primo campione di soggetti ed ha permesso di avere un'idea della percezione relativa all'introduzione dell'IA in ambito cardiologico.

Bibliografia

1. Miyazawa AA. Artificial intelligence: the future for cardiology. *Heart* 2019;105:1214.
2. Bonderman D. Artificial intelligence in cardiology. *Wien Klin Wochenschr* 2017;129:866-8
3. Kahneman D, Rosenfield AM, Gandhi L, Noise BT. How to overcome the high, hidden cost of inconsistent decision making. *Harv Bus Rev* 2016; 10:36–43.
4. Constantinides P, Fitzmaurice DA. Artificial intelligence in cardiology: applications, benefits and challenges. *Br J Cardiol* 2018;25:86-7.
5. Tajik AJ. Machine learning for echocardiographic *imaging*: embarking on another incredible journey. *J Am Coll Cardiol* 2016;68:2296-8.
6. Krittanawong C, Zhang H, Wang Z, *et al.* Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. *J Am Coll Cardiol* 2017;69:2657-64.
7. Zhang J, Gajjala S, Agrawal P, *et al.* Fully automated echocardiogram interpretation in clinical practice. *Circulation* 2018;38:1623-35.

8. Mullainathan S, Obermeyer Z. Does machine learning automate moral hazard and error? *Am Econ Rev* 2017;107:476-80.
9. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, *et al.* Artificial intelligence in cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2018;71:2668-79.
10. Shah SJ, Katz DH, Selvaraj S, *et al.* Phenomapping for novel classification of heart failure with preserved ejection fraction. *Circulation* 2015;131:269-79.
11. Choi E, Schuetz A, Stewart WF, *et al.* Using recurrent neural network models for early detection of heart failure onset. *J Am Med Inform Assoc* 2017;24:361-70.

Capitolo 9

ULTIMO MIGLIO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN CARDIOLOGIA: UN SONDAGGIO DI OPINIONE

Daniele Giansanti, Paola Meli

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Introduzione

Una previsione puntuale degli sviluppi dell'IA in cardiologia è naturalmente improponibile. Molto dipenderà da come ci si porrà di fronte all'impatto che l'IA avrà nei confronti degli aspetti bioetici e di come gli stakeholder sapranno affrontarli. Tuttavia, nonostante non sia possibile dare un peso puntuale agli indirizzi di questa nuova opportunità, è possibile comunque identificare quali aree potranno beneficiarne (1).

Obiettivo del sondaggio

Non vi è dubbio che un ruolo importante in questo ambito lo avranno gli attori coinvolti, ossia i professionisti che lavorano nel settore che spazia dalla cardiologia tradizionale a quella interventistica. Proprio per questo è importante svolgere esercizi di posizionamento specifici, dedicati in particolare a chi è in prima linea, utilizzando dei sondaggi che grazie alle tecnologie *mobile health* (*m-health*) possono essere veicolati attraverso la rete utilizzando anche le moderne applicazioni (App) dedicate al messaging o al social network.

Per questo motivo abbiamo deciso di svilupparne uno con questo obiettivo.

Proposta e sviluppo del sondaggio

Viene proposto in questo studio un esercizio di posizionamento dedicato all'opinione sull'introduzione e sulla percezione dell'IA in cardiologia utilizzando strumenti di *m-health*. L'utilità degli esercizi scientifici di posizionamento è quella di focalizzarsi su un determinato problema scientifico come ad esempio l'introduzione di una nuova metodica, come nel caso di specie e di avviare una indagine di opinione di ampio respiro coinvolgendo i potenziali attori. Nel caso di specie i potenziali attori sono professionisti sanitari che comprendono gli amministratori di sistema e i medici con diverse specializzazioni, dalla cardiologia alla radiologia alla perfusione cardiovascolare. È stato pertanto sviluppato un sondaggio elettronico in Microsoft Forms utilizzando delle consolidate metodiche descritte in precedenti rapporti (2, 3). In accordo a queste metodiche molte domande prevedono una risposta gradata a 6 livelli (livello 1=minimo punteggio assegnabile; livello 6=massimo livello assegnabile).

La Figura 1 riporta il *Quick Response* (QR) *Code* e il link associato alla versione specchio di tale sondaggio.



https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAAAAAAAAZ__gdk7kpURFJSVFU3U0dXRUtJOEJNNTJOTU4zUTZRRS4u

Figura 1. QR Code e link al sondaggio “Intelligenza artificiale in cardiologia”

Primi risultati del sondaggio

È stato condotto un primo studio (volto principalmente a valutare la robustezza della metodologia) su un primo campione di soggetti. Tale studio è stato condotto nel 2019 in Roma e ha riguardato la sottomissione a 20 tecnici perfusionisti cardiovascolari.

La Tabella 1 mostra i valori medi relativi all’autovalutazione sulle conoscenze preliminari in termini di media e Deviazione Standard (DS). Tutti i valori sono oltre la soglia (3,50). Il valore più alto è legato alle conoscenze sulle tecnologie per le applicazioni biomediche in cardiologia; questo valore è stato evidentemente influenzato dal percorso formativo.

Tabella 1. Conoscenze preliminari dichiarate dai perfusionisti sulla tecnologia applicata alla cardiologia (Roma, 2019)

Conoscenze preliminari	Media	DS
IA	4,0	0,3
IA in cardiologia	4,2	0,2
Informatica	4,1	0,3
Tecnologie per applicazioni biomediche	4,2	0,3
Tecnologie per applicazioni biomediche specifiche in cardiologia	4,8	0,3

La Tabella 2 esprime l’opinione sull’introduzione dell’IA in medicina generale, in cardiologia e nelle procedure di controllo della qualità.

Tabella 2. Opinione sull’introduzione dell’IA in diversi settori

Opinione sull’introduzione dell’IA	Media	DS
Medicina in generale	4,5	0,3
In cardiologia	4,5	0,2
Nelle procedure di controllo di qualità	3,4	0,3

L'introduzione dell'IA nelle procedure di controllo della qualità ha ricevuto una valutazione media al di sotto della soglia che indica un basso livello di fiducia nell'intelligenza artificiale applicata al controllo di qualità.

La Tabella 3 evidenzia, con riferimento alla cardiologia, la valutazione media dell'introduzione dell'IA in vari settori. Sono possibili tre considerazioni. In primo luogo; tutti i campi indicati hanno ricevuto una valutazione superiore alla soglia. In secondo luogo; l'*imaging* medico, ha ricevuto il più basso apprezzamento. In terzo luogo; l'elettrocardiografia, la valutazione del rischio, la prevenzione e la terapia hanno ricevuto il massimo grado di apprezzamento. Concentrandosi sulla modalità di fornitura dell'IA è stato evidenziato come i sistemi *standalone* sono preferiti rispetto ad erogazioni di IA utilizzando l'*e-health* e l'*m-health* (Tabella 4) che poggiano sulla rete dati. Tali risultati dipendono dal fatto che al professionista operante in questo ambito è ben noto che le reti dati possono aggiungere ulteriori rischi come i *cyber risk*. È emerso inoltre un forte convincimento che le questioni etiche ostacolano l'introduzione dell'IA (media=5,5; DS= 0,2).

Tabella 3. Valutazione dell'introduzione dell'IA in diversi settori specifici della cardiologia

Settore	Media	DS
Elettrocardiografia	4,5	0,3
Radiologia interventistica	3,7	0,2
<i>Imaging</i> diagnostico (non interventistico)	3,7	0,3
Valutazione del rischio	5,0	0,2
Terapia	5,0	0,2
Prevenzione	4,9	0,2

Tabella 4. Opinione sulle modalità di fornitura dell'IA

Modalità di fornitura	Media	DS
m-Health	4,0	0,3
e-Health	4,2	0,2
Sia e-Health che m-Health	4,1	0,3
Standalone (senza rete)	5,3	0,3

Conclusioni e prospettive

Il presente contributo si è focalizzato sull'introduzione dell'IA in cardiologia (1). È stato proposto e sviluppato un sondaggio elettronico che si basa su metodiche ormai ben consolidate (2-3) per la realizzazione di un esercizio di posizionamento in questo ambito in grado di coinvolgere tutti gli attori. Lo studio, che al momento è in fase iniziale ha messo a disposizione il sondaggio che è stato con successo sottomesso ad un primo campione di soggetti attraverso il link Internet o il codice *Quick Response*. La sottomissione ha permesso di evidenziare in modo strutturato nel campione alcune tendenze di opinione e lo stato di percezione sull'introduzione dell'IA. I passi successivi prevedono una diffusione capillare del sondaggio con coinvolgimento delle società scientifiche operanti in questo ambito.

Bibliografia

1. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, Shameer K, Miotto R, Ali M, Ashley E, Dudley JT. Artificial Intelligence in Cardiology. *J Am Coll Cardiol*;7 1(23):2668-2679.

2. Giansanti D, Grigioni M (Ed.). *La salute in un palmo di mano: nuovi rischi da abuso di tecnologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2018. (Rapporti ISTISAN 18/21)
3. Giansanti D (Ed.). *La salute in un palmo di mano: tra opportunità e problematiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2019. (Rapporti ISTISAN 19/15)

Capitolo 10

ULTIMO MIGLIO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELL'*IMAGING* DIAGNOSTICO

Daniele Giansanti

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Premessa

Questo capitolo affronta le l'introduzione dell'intelligenza artificiale (IA) nell'*imaging* diagnostico in termini di opportunità e problematiche. Un'analisi dettagliata implicherebbe uno studio dedicato e univocamente focalizzato in questo ambito. Lo scopo del contributo in linea con gli obiettivi del Rapporto, è tuttavia quello di evidenziare da un punto di vista generale quali sono le problematiche che ruotano attorno a questo ambito e che hanno impatto sia di tipo rinforzante che smorzante nei confronti della piena introduzione dell'IA nell'*imaging* diagnostico. Il contributo, analogamente ad uno precedente dedicato alla cardiologia, termina illustrando quali sono gli scenari di introduzione dell'IA secondo gli studiosi ed evidenziando la necessità di sviluppare esercizi di posizionamento in questo ambito per ben comprendere e affrontare quello che è stato definito l'ultimo miglio dell'IA in questo ambito.

Intelligenza artificiale e *imaging* diagnostico

Intelligenza artificiale: un supporto alla decisione medica

Oggi sentiamo sempre più parlare dell'introduzione dell'IA nella decisione medica. L'IA che è una branca dell'ingegneria che implementa nuovi concetti per risolvere sfide complesse affronta la teoria e lo sviluppo di sistemi informatici in grado di svolgere compiti che normalmente richiedono intelligenza umana, in particolare creando specifiche reti neurali che imitano il cervello umano nella previsione e nell'interpretazione dei fenomeni. Per questo motivo gli studiosi stanno investendo energie nella ricerca e nelle applicazioni dell'IA in diversi campi medici che vanno dalla prevenzione del rischio fino alla diagnosi su immagini mediche in sostanza investigando soluzioni di IA in grado di supportare il clinico nella difficile decisione medica che è sempre stata un punto critico e sempre al centro di dibattiti e discussioni. Ci si domanda in ambito radiologico se in un futuro i medici sempre più pressati nel pendere decisioni in lassi temporali sempre più stretti e in condizioni operative sempre più pressanti potranno contare sul supporto/conforto dell'IA e il tal caso in che modo.

Prospettive dell'intelligenza artificiale nell'*imaging* diagnostico

Il driver principale dietro l'emergere dell'IA nell'*imaging* medico è stato il desiderio di una maggiore efficacia ed efficienza nelle cure cliniche. I dati di *imaging* radiologico continuano a crescere a un ritmo sproporzionato rispetto al numero di lettori formati disponibili e il declino in alcuni sistemi sanitari dei rimborsi sanitari ha costretto gli operatori a compensare aumentando la

produttività (1). Questi fattori hanno contribuito in alcune nazioni a un drammatico aumento dei carichi di lavoro dei radiologi. Degli studi riportano che, in alcuni casi, un radiologo medio

deve interpretare un'immagine ogni 3-4 secondi in una giornata lavorativa di 8 ore per soddisfare le richieste di carico di lavoro. In queste condizioni gli errori sono inevitabili (2, 3). Con l'aumentare della potenza di calcolo, l'IA ha gradualmente iniziato a diventare un'opportunità interessante in molti campi medici, come nel campo dell'*imaging* diagnostico digitale (4-6), mostrando una vasta gamma di prospettive (7). In particolare per quanto riguarda la *imaging* diagnostico digitale e i relativi settori specifici, numerose sono le opportunità come ad esempio: a) l'*imaging* nei due campi delle applicazioni diagnostiche e della diagnostica interventistica; b) la valutazione del rischio; c) la terapia e la prevenzione (8-9). Naturalmente numerose sono le problematiche da prendere in considerazione quando poi si affrontano gli aspetti etici dell'introduzione dell'IA in ambito radiologico (10).

Percorsi attuali e futuri di studio

Una previsione puntuale degli sviluppi dell'IA in questo ambito naturalmente non è proponibile. Molto dipende dall'integrazione delle nuove tecnologie nella routine, da come ci si porrà di fronte all'impatto che l'IA avrà nei confronti degli aspetti bioetici e di come gli stakeholder sapranno affrontarli e soprattutto da come si potranno gli attori di fronte all'IA (9-10) e di come sapranno accettarla. Pertanto lo *stake* in questo scenario evolutivo lo hanno in particolare gli attori stessi che lavorano in questo ambito, dall'amministrazione di sistema e delle applicazioni alla diagnostica tradizionale e interventistica.

Proprio per questo sarà importante svolgere, come per la cardiologia, esercizi di posizionamento dedicati, in particolare a chi è in prima linea in questo ambito, utilizzando ad esempio sondaggi dedicati e veicolati attraverso le moderne tecnologie ad oggi a disposizione (11-12).

Per questo motivo abbiamo deciso di sviluppare un sondaggio con questo obiettivo dedicato all'introduzione dell'IA in uno dei settori della diagnostica per immagini più importante: la radiologia. Tale sondaggio, che è riportato in un capitolo di questo rapporto è stato sottomesso ad un primo campione di soggetti ed ha permesso di avere un'idea della percezione relativa all'introduzione dell'IA in ambito radiologico.

Bibliografia

1. Boland GWL, Guimaraes AS, Mueller PR. The radiologist's conundrum: benefits and costs of increasing CT capacity and utilization. *Eur Radiol* 2009;19:9-12.
2. Mc Donald RJ. The effects of changes in utilization and technological advancements of cross-sectional imaging on radiologist workload. *Acad Radiol* 2015;22:1191-8.
3. Fitzgerald R. Error in radiology. *Clin. Radiol* 2001;56:938-46.
4. Ambinder EP. A history of the shift toward full computerization of medicine. *J Oncol Pract* 1993;2:54-6.
5. Haug PJ. Uses of diagnostic expert systems in clinical care. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care* 1993;1:379-83.
6. Castellino, RA. Computer aided detection (CAD): an overview. *Cancer Imag* 2005;5:17-19.
7. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer* 2018;18(8):500-510.
8. Jalal S, Nicolaou S, Parker W. Artificial intelligence, radiology, and the way forward. *Can Assoc Radiol J* 2019;70(1):10-12.

9. European Society of Radiology (ESR). What the radiologist should know about artificial intelligence - an ESR white paper. *Insights Imaging* 2019;10(1):44.
10. Geis JR, Brady AP, Wu CC, Spencer J, Ranschaert E, Jaremko JL, Langer SG, Kitts AB, Birch J, Shields WF, van den Hoven van Genderen R, Kotter E, Gichoya JW, Cook TS, Morgan MB, Tang A, Safdar NM, Kohli M. Ethics of artificial intelligence in radiology: summary of the Joint European and North American Multisociety Statement. *Can Assoc Radiol J* 2019;70(4):329-34.
11. Giansanti D, Grigioni M (Ed.). *La salute in un palmo di mano: nuovi rischi da abuso di tecnologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2018. (Rapporti ISTISAN 18/21).
12. Giansanti D (Ed.). *La salute in un palmo di mano: tra opportunità e problematiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2019. (Rapporti ISTISAN 19/15).

Capitolo 11

ULTIMO MIGLIO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN RADIOLOGIA: UN SONDAGGIO DI OPINIONE

Daniele Giansanti (a), Maria Rosaria Giovagnoli (b), Ivano Rossi (b)

(a) Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Premessa

Il capitolo precedente ha affrontato l'introduzione dell'intelligenza artificiale (IA) in diagnostica per immagini. Il contributo in linea con gli obiettivi dello studio generale, ha evidenziato quali sono le problematiche che ruotano attorno a questo ambito e che hanno impatto sia di tipo rinforzante che smorzante nei confronti della piena introduzione dell'IA in tale settore (1). Da un punto di vista generale l'IA avrà un impatto generalmente diverso a seconda del settore biomedico con cui si ha a che fare. Diverso ad esempio sarà l'impatto nella diagnostica degli organi rispetto all'impatto nella citologia. Molto sicuramente dipenderà dalla velocità di introduzione e dalla capacità/volontà di accettarne la portata innovativa. Molto quindi dipenderà dagli attori coinvolti. In questo caso gli attori coinvolti sono i professionisti che operano in questo settore.

Obiettivo del sondaggio

Non vi è dubbio che un ruolo importante in questo ambito lo avranno gli attori coinvolti, ossia i professionisti che lavorano in questo ambito spaziando dall'amministrazione dei sistemi PACS (*Picture Archiving and Communication System*) fino alla radiologia tradizionale e interventistica. Proprio per questo, esattamente con le stesse considerazioni proposte per la cardiologia è importante svolgere anche in questo ambito esercizi di posizionamento specifici, utilizzando dei sondaggi, che grazie alle tecnologie *mobile health* (*m-health*) possono essere veicolati attraverso la rete utilizzando anche le moderne applicazioni (App) dedicate al messaging o al social network.

Proposta e sviluppo del sondaggio

Viene proposto in questo studio un esercizio di posizionamento dedicato all'opinione sull'introduzione e sulla percezione dell'IA in radiologia utilizzando strumenti di *m-health*. È stato pertanto sviluppato in Microsoft Forms un sondaggio elettronico, specifico per il settore radiologico, utilizzando delle consolidate metodiche descritte in precedenti rapporti (2-3). In accordo a queste metodiche molte domande prevedono una risposta gradata a 6 livelli (livello 1=minimo punteggio assegnabile; livello 6=massimo livello assegnabile).

La Figura 1 riporta il *Quick Response* (QR) *Code* e il link associato della versione specchio del sondaggio Intelligenza artificiale in radiologia.



https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSlkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAAAAAAZ__gdk7kpUQzRKMIYxWlQ5OTRIWE8yVUIOOEExUkNUNC4u

Figura 1. QR Code e link del sondaggio “Intelligenza artificiale in radiologia”

Primi risultati del sondaggio

È stato condotto un primo studio (volto principalmente a valutare la robustezza della metodologia) in un primo campione di soggetti. Tale studio è stato condotto nel 2019 in Roma ed ha riguardato la sottomissione a 20 amministratori di sistemi radiologici. La Tabella 1 mostra come i valori medi relativi all’autovalutazione sulle conoscenze preliminari in termini di media e Deviazione Standard (DS) sono tutti al di sopra della soglia che è di 3,50. Il valore più alto è legato alle conoscenze sulle tecnologie per le applicazioni biomediche in radiologia. L’introduzione dell’IA ha ricevuto un’alta valutazione media sia per quanto riguarda un’introduzione di tipo generale in medicina, sia nella radiologia in generale che nel controllo di qualità (Tabella 2).

Tabella 1. Conoscenze preliminari

Conoscenze preliminari	Media	DS
IA	4,0	0,3
IA in radiologia	4,2	0,2
Informatica	4,1	0,3
Tecnologie per applicazioni biomediche	4,2	0,3
Tecnologie per applicazioni biomediche specifiche in cardiologia	4,8	0,3

Tabella 2. Opinione sull’introduzione dell’IA in diversi settori

Opinione sull’introduzione dell’IA in:	Media	DS
Medicina in generale	4,8	0,3
In cardiologia	4,9	0,2
Nelle procedure di controllo di qualità	5,0	0,3

Addentrando nel campo della radiologia si registrano dei valori medi ben al di sopra della soglia, sia quando si tratta di radiologia non interventistica che di valutazione del rischio che di prevenzione che di terapia (Tabella 3).

Tabella 3. Valutazione dell'introduzione dell'IA in diversi settori specifici della radiologia

Settore	Media	DS
Radiologia interventistica	4,6	0,2
Imaging diagnostico (non interventistico)	4,7	0,3
Valutazione del rischio	4,9	0,2
Terapia	4,7	0,2
Prevenzione	4,9	0,2

Concentrandosi sulla modalità di fornitura dell'IA è stato evidenziato come i sistemi *standalone* sono preferiti rispetto ad erogazioni di IA utilizzando l'*electronic health (e-health)* e l'*m-health* (Tabella 4) che poggiano sulla rete dati. Tali risultati dipendono dal fatto che al professionista operante in questo ambito è ben noto che le reti dati possono aggiungere ulteriori rischi come i *cyber risk*.

Tabella 4. Opinione sulle modalità di fornitura dell'IA

Modalità di fornitura	Media	DS
mHealth	3,9	0,3
e-Health	4,1	0,2
Sia e-Health che m-Health	4,0	0,3
Standalone (senza rete)	5,4	0,3

Conclusioni e prospettive

Il presente contributo si è focalizzato sull'introduzione dell'IA in radiologia (1). È stato proposto e sviluppato un sondaggio elettronico basato su metodiche ormai ben consolidate (2, 3) per la realizzazione di un esercizio di posizionamento in questo ambito in grado di coinvolgere tutti gli attori del settore radiologico. Lo studio, che al momento è in fase iniziale, ha messo a disposizione il sondaggio che è stato con successo sottomesso ad un primo campione di soggetti attraverso il link Internet o il *Quick Response Code*. La sottomissione ha permesso di evidenziare in modo strutturato nel campione alcune tendenze di opinione e lo stato di percezione sull'introduzione dell'IA in radiologia. I passi successivi prevedono una diffusione capillare su specifiche categorie di professionisti operanti nel settore della radiologia.

Bibliografia

1. Jalal S, Nicolaou S, Parker W. Artificial intelligence, radiology, and the way forward. *Can Assoc Radiol J* 2019;70(1):10-12.
2. Giansanti D, Grigioni M (Ed.). *La salute in un palmo di mano: nuovi rischi da abuso di tecnologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2018. (Rapporti ISTISAN 18/21).
3. Giansanti D (Ed.). *La salute in un palmo di mano: tra opportunità e problematiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2019. (Rapporti ISTISAN 19/15).

Capitolo 12

PERCEZIONE DI *CYBER-SECURITY* IN CARDIOLOGIA: UN SONDAGGIO DI OPINIONE

Daniele Giansanti (a), Lisa Monoscalco (b)

(a) Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Ingegneria, Università di Tor Vergata, Roma

Introduzione

È stata recentemente aperta la discussione sul cosiddetto *cyber*-rischio nell'assistenza sanitaria. Oggi i dispositivi biomedici collegati agli elaboratori non sono immuni da questo rischio; alcuni dispositivi medici impiantabili attivi, quali il pacemaker e il pancreas artificiale, sono stati trovati in particolare vulnerabili (1-2). Ciò significa che è necessario prestare particolare attenzione alle problematiche di *cyber-security* durante la progettazione di questi dispositivi e dei dispositivi simili impiantabili attivi collegati agli elaboratori. Anche i software medici, le reti sanitarie e i dati dei pazienti sono soggetti allo stesso rischio (2).

In un rapporto precedente (3) è stato sviluppato un sondaggio di tipo generale da sottoporre agli operatori sanitari. Tale sondaggio aveva proprio l'obiettivo di investigare sugli operatori sanitari lo stato di percezione della *cyber-security*. Lo studio ha in particolare evidenziato come i soggetti a cui è stato sottoposto il sondaggio lamentino un non adeguato grado di formazione in questo ambito e auspichino un maggiore investimento in iniziative di training specifico.

Obiettivo del sondaggio

Lo scopo generale del sondaggio proposto è stato quello di affrontare la percezione della *cyber-security* in cardiologia, perché è un settore strategico dell'assistenza sanitaria per l'altissimo contenuto tecnologico sia dei dispositivi medici che dei componenti dei sistemi di assistenza, ma anche un settore della diagnostica degli organi che sta sempre più veicolando dati e processi diagnostici attraverso anche la *mobile health* (*m-health*).

Lo scopo specifico del sondaggio è stato quello di indagare direttamente sui lavoratori operanti in questo ambito lo stato di percezione del rischio da attacchi alla *cyber-security*.

Per fare ciò si è deciso pertanto di sviluppare un sondaggio specifico per intervistare i partecipanti.

Proposta e sviluppo del sondaggio

Il sondaggio è stato sviluppato utilizzando le stesse metodologie consolidate in altri contributi riportati in questo rapporto e consolidati attraverso esperienze pregresse (3-4). Tali metodologie prevedono l'utilizzo del software Microsoft Forms per lo sviluppo del sondaggio nella cosiddetta modalità elettronica.

Questa modalità permette: (a) una diffusione rapida attraverso gli strumenti di rete, in questo caso proprio dell'*m-health*; (b) una raccolta di dati automatica in un *cloud*.

Tale sondaggio è stato sottomesso a venti perfusionisti cardiovascolari in uno studio condotto nel 2019 in Roma. La Figura 1 riporta il *Quick Response (QR) Code* e il link associato della versione specchio del sondaggio sulla *cyber-security* in cardiologia.



https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAAAAAAAZ__gdk7kpUQ1AxV0xTOUxaM0RLUVIyTUZBSFIESUFYOC4u

Figura 1. QR Code e link del sondaggio “Cyber-security in cardiologia”

Primi risultati

Sono state proposte diverse domande che prevedevano una risposta a valutazione graduata (1= minimo, 5 =massimo). La sottomissione del sondaggio a 20 perfusionisti cardiovascolari, condotta anche per verificare la robustezza della metodica, non ha mostrato criticità nella distribuzione dei sondaggi e nella raccolta in rete. Al momento il campione si sta incrementando in termini di numerosità dei partecipanti. Da una prima analisi si evidenzia mediamente: a) una percezione di sicurezza nel proprio ambiente pari a 3,53; b) il desiderio di investire in formazione in questo settore pari a 4,21. Le conoscenze generali relative alla sicurezza informatica hanno ottenuto un punteggio di 3,75. La maggior parte degli intervistati (90%) afferma che “nonostante la digitalizzazione del settore sanitario abbia portato problemi di sicurezza, i benefici che ha apportato sono superiori ai possibili rischi”; solo il 31% ritiene che le iniziative dedicate alla sicurezza informatica siano adeguate; solo il 36% ha frequentato corsi di formazione e il 72% sostiene l’utilità dell’introduzione di corsi specifici.

Conclusioni e prospettive

La maggiore connettività alle reti esistenti sta esponendo le Amministrazioni a nuove vulnerabilità della sicurezza. L’assistenza sanitaria è un obiettivo estremamente interessante per il crimine informatico per due motivi fondamentali: da un lato, è una fonte ricca di dati preziosi e dall’altro, le difese molto spesso sono deboli. L’indagine si è focalizzata sulla sicurezza informatica in cardiologia, un settore strategico dell’assistenza sanitaria. In particolare, lo studio ha esaminato l’opinione sul rischio cibernetico in cardiologia intervistando direttamente gli attori che lavorano

in questo campo, utilizzando un questionario adeguatamente progettato mediante Microsoft Forms. Venti perfusionisti cardiovascolari sono stati reclutati nello studio e hanno compilato il questionario proposto. Da un punto di vista globale lo studio ha permesso di evidenziare alcune importanti questioni relative alla percezione della sicurezza informatica nella cardiologia come specificamente percepite dagli attori che lavorano nel campo della cardiologia. Le prossime evoluzioni dello studio considereranno:

- l'indagine su ulteriori settori strategici della salute digitale come la radiologia digitale e la patologia digitale;
- il coinvolgimento di un numero elevato di soggetti nello studio, chiedendo supporto alle società scientifiche;
- l'interazione con gli stakeholder.

Bibliografia

1. O'Keeffe DT, Maraka S, Basu A, Keith-Hynes P, Kudva YC. Cybersecurity in artificial pancreas experiments. *Diabetes Technol Ther* 2015;17(9):664-6.
2. Baranchuk A, Alexander B, Campbell D, Haseeb S, Redfearn D, Simpson C, Glover B. Pacemaker cybersecurity. *Circulation* 2018;138(12):1272-3.
3. Giansanti D, Grigioni M (Ed.). *La salute in un palmo di mano: nuovi rischi da abuso di tecnologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2018. (Rapporti ISTISAN 18/21).
4. Giansanti D (Ed.). *La salute in un palmo di mano: tra opportunità e problematiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2019. (Rapporti ISTISAN 19/15).

Capitolo 13

TECNOLOGIE WELFARE: QUAL È L'OPINIONE DEGLI OPERATORI SANITARI?

Daniele Giansanti, Paola Meli

Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Introduzione

Nell'ambito del secondo convegno sulle tecnologie per la fragilità e la disabilità tenutosi nel 2019 presso l'Istituto Superiore di Sanità è stato introdotto un *topic* emergente: le tecnologie per il welfare (1). Le tecnologie per il welfare stanno infatti assumendo una posizione di rilievo nel monitoraggio delle cronicità specialmente in ambito sociale, con il duplice obiettivo di diminuire i costi per il servizio sanitario nazionale e di realizzare un iniziale *empowerment* dei pazienti e dei *caregiver*, partendo da tecnologie estremamente semplici e di largo consumo. Infatti sempre di più, oggi, applicazioni a portata di smartphone e di semplici piattaforme informatiche migliorano e allargano le prestazioni del sistema sanitario tradizionale con nuove strategie aventi la potenzialità di essere estese, con implementazioni più economiche e a bassa complessità, anche alla sfera del sociale con anticipazioni tecnologiche rispetto a quanto auspicato a livello legislativo sull'integrazione socio-sanitaria. Non vi è dubbio che la possibilità di disporre del monitoraggio personale attraverso delle tecnologie welfare che utilizzano dei sensori permette di rendere disponibili in tempo reale moltissime registrazioni di parametri vitali; tuttavia, bisogna considerare che ciò può portare inevitabilmente anche a condividere, spesso inconsapevolmente, dati "sensibili" con impatto importante in ambito etico, filosofico e sociale. In ambito sociosanitario oggi c'è chi parla, con riferimento a queste tecnologie, anche di sistemi socio-tecnologici o tecnologie del welfare integrate con il Servizio Sanitario Nazionale (SSN). Molti relatori hanno richiamato l'attenzione su alcune tecnologie innovative *wearable* (indossabili) che presentano grandi potenzialità nelle applicazioni di welfare quali quelle di analisi del movimento e della cardiologia.

Obiettivo del sondaggio

L'obiettivo dello studio qui proposto è stato quello di focalizzarsi sulle tecnologie welfare in ambito sanitario (la cui ultima frontiera è rappresentata dalla *mobile health* (*m-health*)), di sviluppare un sondaggio sullo stato di conoscenza delle tecnologie welfare in ambito sanitario e di sottoporlo ad un primo campione di professionisti sanitari.

Proposta e sviluppo del sondaggio

Il sondaggio è stato sviluppato utilizzando le stesse metodologie consolidate in altri contributi riportati in questo rapporto e consolidate attraverso esperienze pregresse (2-3). Tali metodologie prevedono l'utilizzo del software Microsoft Forms per lo sviluppo del sondaggio nella cosiddetta

modalità elettronica. Tale modalità permette: a) una diffusione rapida attraverso gli strumenti di rete, in questo caso proprio dell'*m-health*; b) una raccolta di dati automatica in un *cloud*.

Tale sondaggio è stato sottomesso a trenta laureati in scienze delle professioni sanitarie tecniche diagnostiche in uno studio condotto nel 2019 in Roma. La Figura 1 riporta il *Quick Response (QR) Code* e il link associato della versione specchio del sondaggio sulle tecnologie *welfare*.



https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIKWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAAAAAAAZ__gdk7kpUNzVISDBGR1pXU0ZYOFYzTUZCOFNyT0hRTC4u

Figura 1 QR Code e link del sondaggio sul welfare

Primi risultati

Al momento della stesura di questo contributo la diffusione del sondaggio è ancora attiva. Seguiranno poi dei *datamining* appropriati supportati anche da software con opportuna potenza statistica. Qui è riportata una prima analisi basata su un primo campione di trenta soggetti.

Tutti hanno aderito al sondaggio. Sono state proposte diverse domande che prevedevano una risposta a valutazione graduata (1 =minimo, 6 =massimo).

Da questa prima analisi emerge quanto segue:

- Il livello dichiarato di conoscenza in materia di tecnologie welfare risulta appena sopra alla media ed è pari a 3,55.
- Solo il 15% degli intervistati ha frequentato corsi specifici.
- La maggior parte ritiene (90%) sia necessaria l'introduzione di corsi specifici.
- La distribuzione delle tecnologie welfare attraverso l'*e-health* e l'*m-health* ha ricevuto il maggior apprezzamento (media 5,11).
- Le discipline più "gettonate" per quanto riguarda l'integrazione con il welfare sono quelle della medicina di sistema (media 4,89), dei servizi al cittadino (media 4,94) e della formazione (media 5,07).
- L'attore tecnologico maggiormente preferito per l'erogazione del welfare è ancora il Personal Computer (PC) (media 5,15), seguito dello smartphone (media 4,98). Gli intervistati ritengono che le altre tecnologie indossabili avranno in futuro un ruolo più importante del tablet.

Tra i maggiori ostacoli alla diffusione del welfare sono considerati:

- l’inadeguatezza delle infrastrutture;
- la poca lungimiranza dei politici (ovvero la inadeguata valutazione dell’opportunità introdotta da tali tecnologie).

Con una valutazione di poco superiore alla media (3,61) gli intervistati ritengono che le tecnologie welfare debbano poggiare sull’intelligenza artificiale.

Conclusioni e prospettive

Lo studio si è focalizzato sull’introduzione delle tecnologie welfare in campo medico. È stato sviluppato un sondaggio elettronico utilizzando il software Microsoft Forms.

Tale sondaggio è stato sottoposto ad un primo campione di soggetti rappresentati da laureati in scienze delle professioni sanitarie tecniche diagnostiche. Tale sondaggio ha permesso di ottenere uno *sketch* sull’opinione di tali professionisti.

Da un punto di vista generale un valore aggiunto dello studio è l’esercizio di posizionamento condotto sui professionisti in ambito sanitario relativo all’introduzione del welfare tecnologico in ambito medico. Esattamente come per gli altri studi sondaggistici sopra riportati è previsto un ampliamento dei partecipanti, una focalizzazione per categorie e una interazione con gli stakeholder.

Bibliografia

1. Meli P, Giansanti D, Morelli S, Daniele C, D’Avenio G, Petrola CA, Lucentini M, Capelli M, Sabatini M, Grigioni M. Secondo Convegno “Tecnologie per la fragilità e la disabilità”. *Notiziario dell’Istituto Superiore di Sanità* 2019;32(11):14-7.
2. Giansanti D, Grigioni M (Ed.). *La salute in un palmo di mano: nuovi rischi da abuso di tecnologia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2018. (Rapporti ISTISAN 18/21).
3. Giansanti D (Ed.). *La salute in un palmo di mano: tra opportunità e problematiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2019. (Rapporti ISTISAN 19/15).

Capitolo 14

TELECONSULTO PER IMMAGINI DA TECNOLOGIA *MOBILE*: NUOVE OPPORTUNITÀ CON I *MESSENGER*?

Daniele Giansanti (a), Giovanni Maccioni(a), Luca Cosentino (b)

(a) Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Messenger e tecnologia *mobile*

Nuove frontiere sono oggi offerte dalle applicazioni per smartphone per lo scambio dei file multimediali (immagini, video, audio), come per esempio nel caso dei cosiddetti *instant messenger*. Queste applicazioni (App) sono utili per inviare messaggi di testo, file multimediali (immagini, video, audio), geo-posizione ad altri utenti. Ogni giorno milioni e milioni di persone infatti usano i programmi di *instant messenger* per comunicare fra di loro.

Queste applicazioni hanno semplificato e rivoluzionato il nostro modo di comunicare e vivere, grazie alla facilità e ai bassi costi (nella maggioranza dei casi basta una semplice connessione ad Internet). Non molti anni fa per comunicare era necessario essere davanti ad un computer e avere Skype, oppure era possibile mandare gli SMS od effettuare delle chiamate.

Oggi tutto è cambiato, non è più necessario stare al personal computer (PC) o mandare degli SMS, possiamo mandare video, link, la nostra posizione, inviare soldi e comunicare in modo semplice ed efficace ovunque ci troviamo. Le alternative sono molte (1-2). Un'indagine focalizzata sul teleconsulto delle immagini in telemedicina di nuove soluzioni basate su queste nuove App potrebbe introdurre nuove opportunità per la diagnosi a distanza. Uno dei più utilizzati è sicuramente WhatsApp, che permette di inviare rapidamente messaggi dallo smartphone utilizzando l'elenco dei contatti in rubrica (3). Ovviamente l'unico requisito è che le persone coinvolte nella rete devono avere l'App installata sul proprio dispositivo. Attualmente, WhatsApp è compatibile con quasi tutti i sistemi operativi mobili presenti sul mercato: Android, iOS, Symbian e Windows Phone. È quindi possibile l'utilizzo di WhatsApp per comunicare con qualsiasi altro utente della rete, indipendentemente da quale modello di dispositivo abbia. Gli utenti di WhatsApp possono inviare messaggi di testo, messaggi vocali, link e immagini a qualsiasi altro utente.

Per offrire un'esperienza di comunicazione di ampio respiro, WhatsApp è accessibile sia dal telefono che dal computer. WhatsApp-Web è un'estensione, basata sul computer, dell'account WhatsApp che è configurato sullo smartphone.

I messaggi inviati e ricevuti sono completamente sincronizzati tra il telefono e il computer, ed è possibile vedere tutti i messaggi su entrambi i dispositivi. Qualsiasi azione effettuata sul telefono si applicherà a WhatsApp-Web e viceversa. WhatsApp-Web rappresenta lo strumento che affianca l'archivio di immagini da cui selezionare il file da inviare in remoto per il teleconsulto via *mobile health (m-health)* su smartphone o tablet. Va comunque precisato che, nonostante WhatsApp sia utilizzato in applicazioni telemediche in numerosi articoli/studi di prestigio disponibili in letteratura, a tutt'oggi non esistono procedure standardizzate sul suo utilizzo, che rimane confinato pertanto a studi ed esperienze pilota volti a valutarne la praticità e la fattibilità nell'uso della diagnostica clinica su più ampia scala.

Nuove opportunità dei messenger in *m-health*

Nei limiti di quanto sopra precisato nell'Istituto Superiore di Sanità sono state condotte due esperienze pilota speculari di utilizzo di WhatsApp teleconsulto in *m-health* negli anni 2015-2016.

La prima è stata dedicata alla citologia digitale (1), mentre la seconda alla radiologia digitale (2). In citologia digitale (1) è stato costruito un gruppo di esperti e testato lo scambio di immagini tramite smartphone (Figura 1). Quanto è emerso dopo un test di accettabilità è apparso interessante in termini di prospettive di utilizzo. Analogamente in radiologia digitale (2) è stato predisposto un gruppo che dopo un test ha evidenziato gli stessi incoraggianti risultati (Figura 3).



Figura 1. Gruppo di WhatsApp proposto per l'applicazione del teleconsulto in citologia digitale

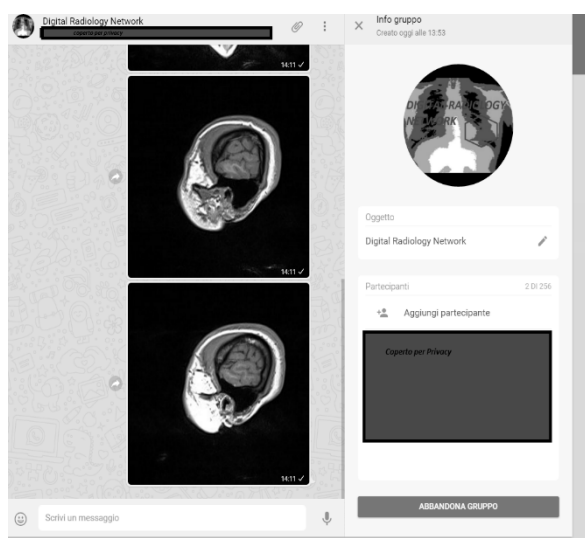


Figura 2. Gruppo di WhatsApp in radiologia digitale

Conclusioni e prospettive

In ambedue i casi (1-2) è stata verificata un'alta accettazione dei seguenti parametri di valutazione sottoposti tramite questionari a degli esperti:

- facilità di utilizzo;
- utilità;
- velocità;
- percezione soggettiva della qualità dell'immagine;
- percezione soggettiva sulla tecnologia.

Altri studi internazionali successivi (3-4) hanno trovato coerenza di risultati con il nostro studio che ha dimostrato le potenzialità di WhatsApp nell'*imaging* statico. Una delle nuove strade da esplorare è rappresentata sicuramente dallo scambio di immagini mediche dinamiche. In questi casi la diagnosi si basa in particolare anche sugli aspetti cinetici riportati nel filmato e la risoluzione anche se sicuramente è sempre un aspetto importante diventa sicuramente un fattore meno critico. Proprio per questo i *messenger* nati primariamente per lo scambio di oggetti multimediali (video, audio e immagini) e solo secondariamente per lo scambio di documenti (word, powerpoint, acrobat pdf), come nel caso di WhatsApp, potrebbero avere delle potenzialità nello scambio di immagini in movimento.

Tale problematica è stata affrontata in un contributo successivo.

Bibliografia

1. Giansanti D (Ed.). Digital cytology: an experience with image-enhancement and tablet technologies. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2016. (Rapporti ISTISAN 16/46).
2. Giansanti D (Ed.). *Imaging diagnostico ed e-health: standardizzazione, esperienze e prospettive*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/10).
3. Giansanti D. WhatsApp in mHealth: an overview on the potentialities and the opportunities in medical imaging. *Mhealth* 2020;6(4):1-4.
4. Williams V, Kovarik C. WhatsApp: an innovative tool for dermatology care in limited resource settings. *Telemed J E Health* 2018;24:464-8.
5. Mars M, Scott RE. Being spontaneous: The future of tele-health implementation? *Telemed J E Health* 2017;23:766-72

Capitolo 15

APPLICAZIONE DEI MESSENGER IN EMODINAMICA: UNO STUDIO SU WHATSAPP

Daniele Giansanti (a), Luca Cosentino (b)

(a) Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Presentazione del problema tecnologico

Come abbiamo visto finora, le tecnologie a nostra disposizione che ci consentono di inviare e ricevere immagini sono in rapida ascesa, rendendo sempre più facile e fruibile la visualizzazione di quest'ultime, permettendoci di visionarle anche se ci troviamo fisicamente lontani dal luogo di lavoro. Inoltre l'incremento vertiginoso, dell'utilizzo di smartphone e tablet da parte della popolazione ha permesso la trasmissione di materiale multimediale a livelli inimmaginabili fino a qualche anno fa. Con i nostri smartphone siamo in grado di inviare ogni sorta di file, che sia un documento o immagine o musica o filmato utilizzando delle semplici applicazioni (App) nate inizialmente come delle chat globali. WhatsApp, una delle più note App per scambio di messaggistica, ad esempio, ha implementato, tramite recenti aggiornamenti software, la possibilità di inviare diverse tipologie di file. Questa caratteristica desiderabile per applicazioni telemediche, come ampiamente dimostrato da importanti studi in letteratura (1-3), oltre alla sua diffusione (più di un miliardo di download) ha fatto sì che fosse scelto nella nostra sperimentazione.

Normalmente quando si pensa al consulto delle immagini in remoto, ci viene in mente in maniera automatica lo scambio di immagini statiche e referti tra specialisti. Però non tutte le metodiche di diagnosi si basano su delle immagini statiche per eseguire una diagnosi corretta. In emodinamica, per esempio, vengono utilizzate delle immagini in movimento (dei veri e propri video messi in loop continuo) perché in questa maniera l'emodinamista può valutare se una determinata lesione sia significativa o meno nelle varie fasi del ciclo cardiaco (sistole, diastole). Questa particolare esigenza, ci ha spinti a mettere in atto un progetto che ci permettesse, di poter inviare oltre alle classiche immagini statiche, anche dei video delle varie proiezioni coronografiche (dette in gergo medicale *Run*), al fine di rendere il consulto remoto, quanto più immediato e accurato possibile.

Fin dall'inizio abbiamo dovuto superare una serie di ostacoli riguardanti:

- necessità di rendere anonimo il video (per il rispetto della privacy);
- formato del file video (non tutti sono compatibili nei diversi sistemi operativi su smartphone);
- trasferimento delle immagini dal Personal Computer (PC) ai vari dispositivi (smartphone e tablet).

Set-up del teleconsulto utilizzando WhatsApp

Nel seguito vengono illustrati i passaggi relativi a: (a) creazione del file video; (b) applicazione di teleconsulto con amministratore di sistema presente *in loco*. Tale studio è stato condotto tra il 2016 e il 2017 durante una collaborazione con l'università Sapienza di Roma.

Creazione del file video anonimo

La creazione del file video è una delle fasi principali del progetto. Tutto ha inizio all'interno del programma di gestione delle immagini e dei referti dedicato dell'emodinamica denominato Suitestensa (software elaborato della Esaote). Bisogna in primo luogo "richiamare" l'esame del paziente dall'archivio. Successivamente si andrà a scegliere e selezionare il filmato o *Run* del quale si desidera avere un parere da parte di un collega, che in quel momento non si trova più fisicamente in Azienda Ospedaliera. Una volta selezionato l'intero studio si procede alla scelta del filmato che si desidera inviare. Ovviamente prima di procedere all'invio si dovrà rendere anonimo il video. Per far ciò basterà "spuntare" questa opzione. Nella Figura 1 è illustrata la fase di esportazione del filmato in formato *Audio Video Interleave* (AVI).

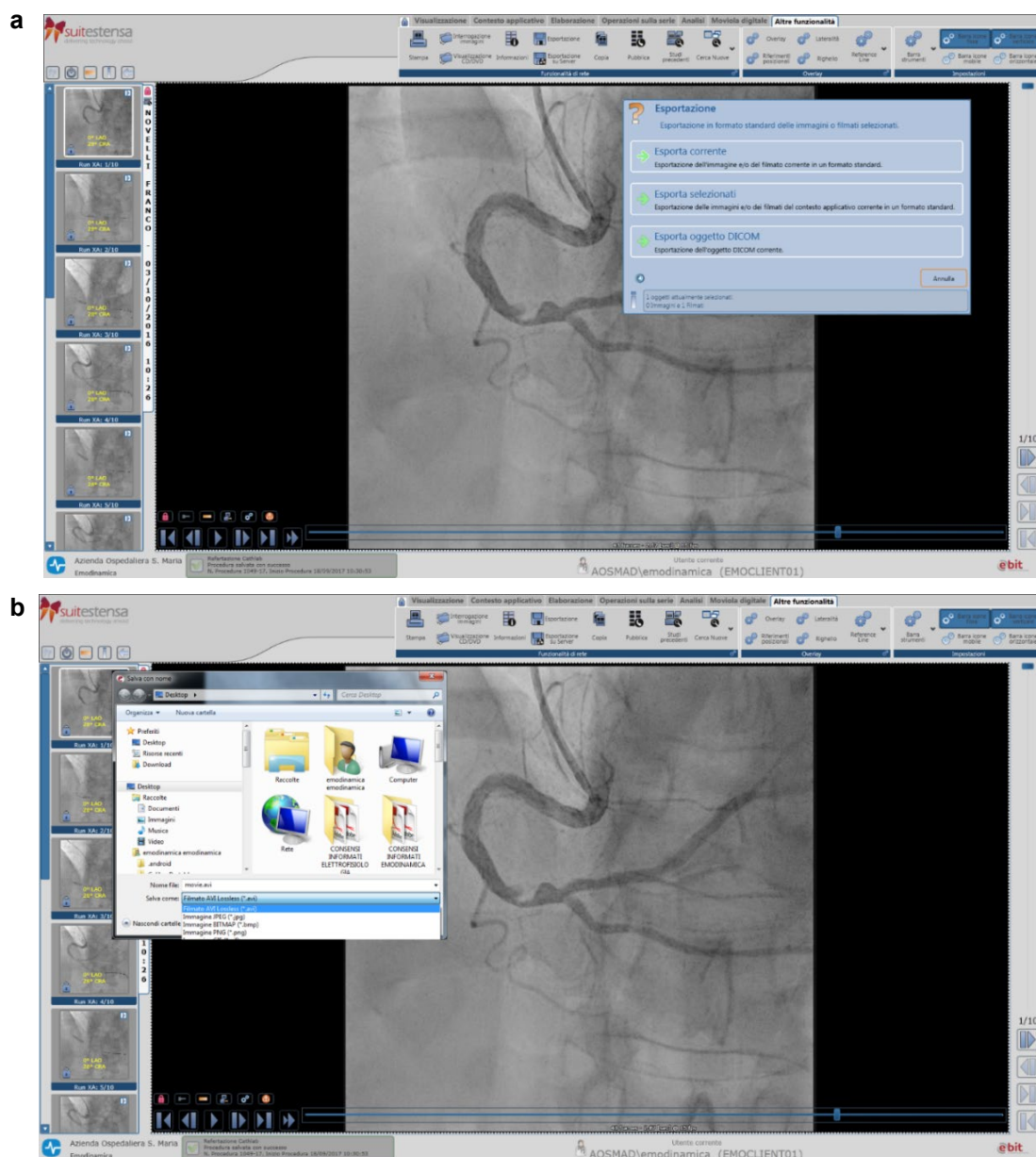


Figura 1. Software Suitestensa: esportazione del video (a) e scelta del formato AVI (b)

Applicazione del teleconsulto

Le modalità di trasmissione delle immagini verso dispositivi mobili si possono avvalere di diverse metodologie. Sicuramente è sempre valido lo strumento e-mail che tuttavia presenta sicuramente un limite per quanto riguarda l'immediatezza (le immagini devono essere scaricate dall'*attachment*) e i limiti di grandezza del file consentiti dai diversi sistemi.

Altra metodologia valida è quella di inserire l'immagine in un *cloud* (es. OneDrive Google Drive o altri) e condividerla attraverso un link. In questo caso il link diventa un puntatore ad una cartella virtuale e, sulla base della potenza della rete *mobile* di cui si dispone e a cui si è agganciati e, inoltre, alle potenzialità della memoria statica e dinamica del *device* a disposizione, si possono scambiare oggi dei file di immagine via via sempre più grandi.

Altra modalità che si va diffondendo è quella dell'invio del *Quick Response (QR) Code* (in italiano codice *QR*) associato al link che punta il file nel *cloud*.

Questa modalità attraverso la tecnologia *mobile* permette un teleconsulto in modo asincrono (per le ragioni che si illustreranno nel seguito). Il *device* in questo caso punta con la fotocamera il *QR Code* che compare su un monitor o su una stampa cartacea o su un altro *device*, attraverso dei software ormai di uso diffuso.

Con l'utilizzo della fotocamera controllata dal software viene:

- 1) scannerizzato e decodificato il codice contenuto nel *QR Code*
- 2) ottenuto il link Internet
- 3) aperto il file (in questo caso l'immagine) contenuta nel link Internet.

Sia i link che i *QR Code* possono essere inviati attraverso email (in questo caso il secondo come *attachment*); il *QR Code* può essere inviato anche con altre modalità di trasmissione in caso di emergenza come ad esempio il fax. Si pensi al caso in cui da uno dei lati di trasmissione non si disponga di connessione *mobile* (es. in trasmissione) ma di connessione fissa, a cui per l'appunto è connesso un fax; è chiaro che il ricevente in questo caso attraverso il *QR Code* ricevuto può accedere al file video; ecco perché si dice che il *QR Code* permette una navigazione nell'immagine di tipo asincrona.

Un'altra modalità di trasmissione molto pratica ed efficace è sicuramente rappresentata dai moderni sistemi *messenger* citati nel precedente capitolo. Sicuramente tali sistemi, nati proprio per scambi di informazioni multimediali (immagini, foto, video, musica, video+musica, video+audio) rappresentano una potenzialità anche per le immagini/video in sanità.

Sicuramente i *messenger* hanno il vantaggio dell'immediatezza nella raggiungibilità dell'informazione che nei sistemi e-mail deve essere invece scaricata come *attachment*.

Due sono le possibilità evidenti di utilizzo dei *messenger*.

La prima consiste nell'allegare l'immagine/video come *attachment*, che però a differenza dell'e-mail non deve poi essere scaricata con operazioni fuori linea ma è direttamente accessibile, come si dice, "alla portata di *click*". Questa soluzione ha comunque dei limiti di grandezza del file allegabile, di compatibilità di formato di compressione applicata in alcuni casi dal sistema in modalità più o meno automatica. La seconda prevede l'invio del link. In questo caso il *messenger* è solo un "trasportatore" di un puntatore e vengono superati i limiti relativi alla prima modalità ma deve essere aggiunto un passaggio al lato di trasmissione; tale passaggio è l'inserimento dell'immagine/video nel *cloud*.

Nei paragrafi seguenti sono esemplificate tutte queste modalità ad eccezione della modalità e-mail che rimane una modalità ovvia.

La Figura 2 riassume per completezza le modalità di trasmissione qui discusse.

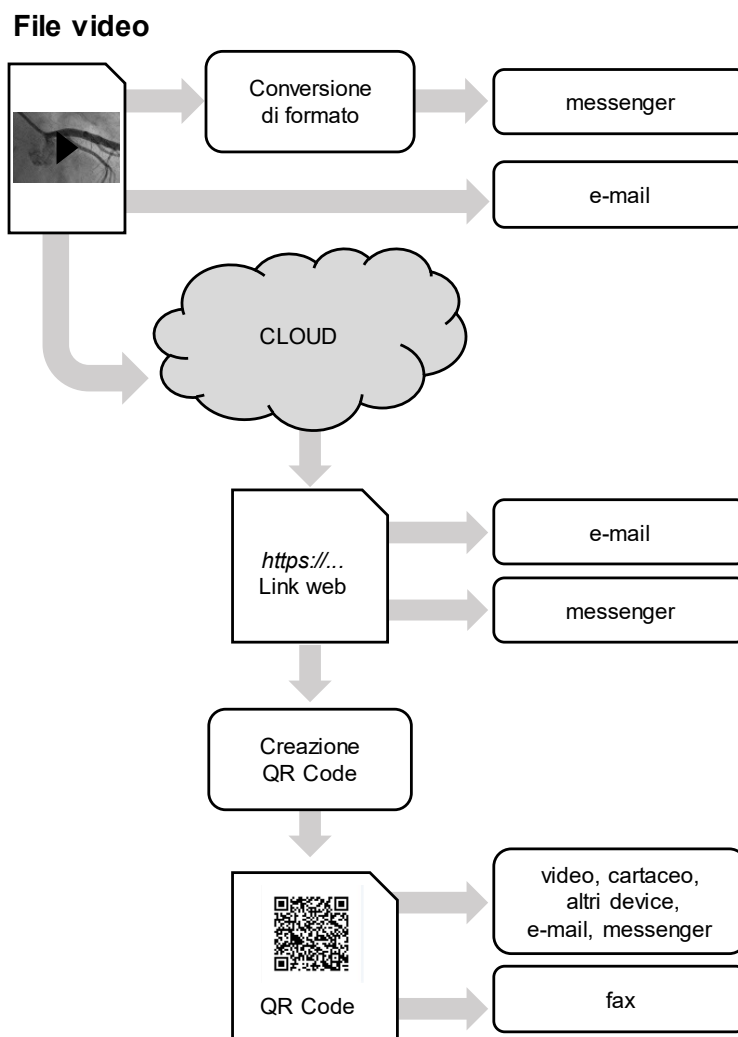


Figura 2. Modalità di invio del file di immagine/video

Inserimento nel *cloud*, creazione del link e del QR Code

Il video generato dal programma Suitestensa è stato inserito nel formato originale smartphone nel *cloud* di Google drive. Nello stesso *cloud* sono stati inseriti altri due file relativi alla conversione del Video in altri due formati *Moving Picture Expert Group 4* (MPEG4) e *Windows Media Video* (WMV) per gli scopi della sperimentazione che saranno illustrati nel seguito.

Da ciascun file nel *cloud* è stato ottenuto un link di condivisione. Attraverso il programma gratuito *It-Qr-Code generator* disponibile nel web (scelto tra tanti equivalenti con sorteggio) sono stati ottenuti dai link Internet i *QR Code* corrispondenti.

Va precisato e altresì evidenziato che l'esportazione del link determina anche dei vantaggi per quanto riguarda la *cyber-security* rispetto all'invio di un allegato. Infatti al link che punta nel *cloud* possono essere assegnati dei criteri di sicurezza agganciati al download e ad una scadenza temporale. In dettaglio, i tre link con i *QR Code* associati sono i riportati nelle Figure 4-6.



<https://drive.google.com/file/d/1EvPq71u0HfO5EAhXAMzZEFpBGNLSC-qb/view?usp=sharing>

Figura 3. Run in emodinamica: link al video e QR Code associati al file in formato MPEG4



https://drive.google.com/file/d/1tZyqIC7HLMFLuVdbDPSxr45G_qs8YcIR/view?usp=sharing

Figura 4. Run in emodinamica: link al video e QR Code associati al file in formato AVI



<https://drive.google.com/file/d/1V-TmxjjTr6pJ1OCc3nRjgUiX-jQXuIUS/view?usp=sharing>

Figura 5. Run in emodinamica: link al video e QR Code associati al file in formato WMV

Scambio del file video utilizzando i messenger

Nello schema di Figura 2 è stato utilizzato WhatsApp, uno dei messenger più diffuso nella sperimentazione.

Le modalità di scambio possono essere:

– *Invio come allegato*

Dopo aver salvato il video in formato AVI sul nostro PC, bisogna affrontare la fase di conversione del suddetto file per inviarlo come allegato nel messenger selezionato. Questa fase si rende necessaria a causa di una riscontrata incompatibilità con il formato del video in alcuni smartphone e/o il messenger selezionato. Una veloce ricerca ci ha consentito di individuare un formato MP4 che fosse compatibile con tutti gli smartphone. Per poter effettuare questa conversione ci siamo dotati di un convertitore video, che ci consentisse di commutare il video da formato AVI in un video in formato MPEG4. La Figura 6 illustra il file in formato AVI aperto con il comune lettore multimediale *Windows Media Player*. La Figura 7 illustra il file convertito con un comune convertitore di immagini da formato AVI a formato MPEG4 compatibile con WhatsApp e disponibile gratuitamente sul web all'indirizzo (scelto tra molti equivalenti con sorteggio): <https://webservice.online-convert.com/convert-for-whatsapp>



Figura 6. File video in formato AVI aperto con Windows Multimedia Player



Figura 7. Apertura del video in MPEG4 con Windows Media Center

L'ultimo ostacolo da superare era legato alla possibilità di inoltrare i video resi anonimi e convertiti in un formato MPEG4 compatibile a WhatsApp da una postazione fissa (PC) a dei dispositivi mobili senza ricorrere a mail o altro. La soluzione è arrivata tramite l'Applicativo di WhatsApp-Web, una versione dell'App per smartphone, completamente funzionante sul PC dopo una semplice installazione guidata. Le Figure 8 e 9 illustrano tale applicativo a regime e in fase di installazione. Per poter configurare il proprio account di WhatsApp-Web in maniera automatica ci basterà inquadrare con il nostro smartphone il *QR Code* che appare sul monitor del nostro PC (Figura 8). Possiamo vedere come sia possibile inoltrare il file video direttamente dal nostro PC utilizzando unicamente WhatsApp-Web come fosse il nostro smartphone.



Figura 8. Configurazione di WhatsApp-Web

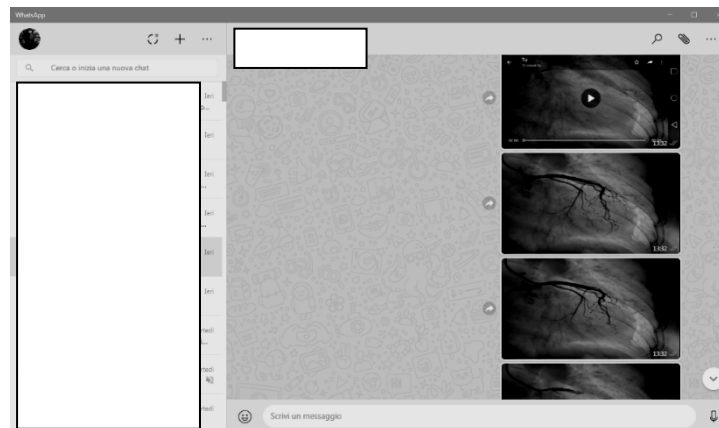


Figura 9. Whatsapp-Web a regime

- *Invio del link Internet e apertura attraverso il QR Code*
Sempre con riferimento allo schema di Figura 2, è stato testato con successo l'invio dei file video nei tre diversi formati illustrati nel paragrafo precedente (AVI, MPEG4, WMV) attraverso l'invio al *messenger* del link Internet puntatore del file nel *cloud*.

Tale test è stato superato con successo sia con WhatsApp che con *Facebook Messenger* utilizzando i più diffusi sistemi operativi e i più semplici *device*.

Il lettore ha a disposizione tali link e *QR Code* per provare egli stesso.

Di seguito si riportano due *print-screen* (Figura 10) del file video relativi all'incremento della navigazione (i vasi si vanno via via evidenziando con il contrasto) e in ultimo un *print-screen* di WhatsApp su smartphone (Figura 11).



Figura 10. Primo e secondo *print-screen* incrementale della navigazione

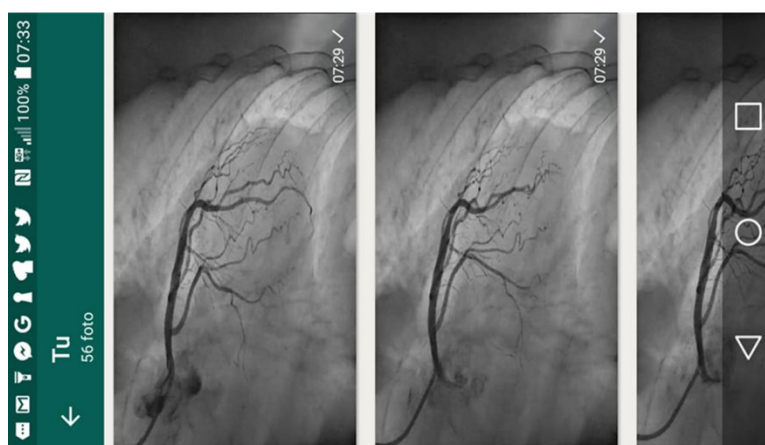


Figura 11. *Print-screen* da WhatsApp per smartphone

Considerazioni conclusive

Lo studio ha avuto l'obiettivo di esplorare lo scambio di video nella diagnostica delle immagini tramite l'utilizzo di *messenger*. In particolare è stato presentato un *case-study* in cui è stato scambiato un cosiddetto *Run* della emodinamica. Tale *Run* scambiato in diverse modalità utilizzando un *messenger* ha sempre permesso un raggiungimento della diagnosi secondo il giudizio dei clinici a cui spetta tale compito. Lo studio preliminare ha avuto l'obiettivo di stimolare

gli stakeholder su queste nuove *chance* offerte dalla tecnologia *mobile*. Sicuramente lo studio potrà continuare in emodinamica sia prevedendo un allargamento su un ventaglio di casistiche significative, sia tramite studi di *technology assessment* della metodologia.

In molti settori medici la diagnostica per immagini si basa sull'ispezione di video e addirittura in alcuni casi di video con audio (file scambiabili ugualmente con i *messenger*); si pensi a titolo di esempio non esaustivo ai due macrosettori della ecografia e della diagnostica virtuale.

Sicuramente alcuni delle considerazioni emerse in questo studio presentano una portabilità in entrambi i due macrosettori.

Nel Capitolo 15 si riporta un esempio di portabilità di questa *medical-knowledge* nella diagnostica virtuale emergente in citologia virtuale.

Bibliografia

1. Giansanti D. WhatsApp in mHealth: an overview on the potentialities and the opportunities in medical imaging. *Mhealth* 2020;6(4):1-4.
2. Williams V, Kovarik C. WhatsApp: an innovative tool for dermatology care in limited resource settings. *Telemed J E Health* 2018; 24:464-8.
3. Mars M, Scott RE. Being spontaneous: The future of tele-health implementation? *Telemed J E Health* 2017;23:766-72.

Capitolo 16

REALTÀ VIRTUALE IN CITOLOGIA DIGITALE: IL TELECONSULTO CON WHATSAPP

Daniele Giansanti (a), Maria Rosaria Giovagnoli (b)

(a) Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma

(b) Facoltà di Medicina e Psicologia, Università Sapienza, Roma

Introduzione

La citologia digitale svolge un ruolo importante nell'*e-laboratory* di citologia e ha la potenzialità di modificare i flussi di lavoro e ottimizzare i carichi (1-3). La citologia digitale mostra alcuni limiti nelle applicazioni in rete di consulto remoto come evidenziato in studi precedenti (4).

Il vetrino digitalizzato, la cosiddetta *e-slide* ha una grande necessità di memoria, generalmente di diversi gigabyte (GB). Per evitare l'inconveniente, a volte è preferibile scambiare delle parti dell'*e-slide* (le cosiddette istantanee o *snapshot* ottenute dall'*e-slide*).

La visibilità di dettagli, come il caso non esaustivo della cromatina, dovrebbe essere migliorata per meglio distinguere informazioni basilari come nella diagnosi del cancro.

L'emulazione della funzione fuoco del microscopio potrebbe essere utile; inoltre, potrebbe far risparmiare prezioso spazio di memoria. In effetti, la metodologia attualmente utilizzata nella citologia digitale per l'emulazione considera l'uso del cosiddetto *Z-stack*, una metodologia molto dispendiosa in termini di memoria in quanto conduce alla generazione di *e-slide* molto grandi durante la digitalizzazione. L'emulazione con *Z-stack* genera infatti fino a 100 immagini pronte per l'interpolazione.

L'applicazione di metodologie per il riconoscimento automatico di "caratteristiche" (*feature recognition*) potrebbe accelerare e migliorare la classificazione cellulare nella diagnosi del cancro, ad esempio identificando rapidamente i nuclei.

In studi precedenti (5,6) è stata verificata la possibilità di interagire per teleconsulto sull'*e-slide* e inoltre sono state proposte e testate delle soluzioni innovative che permettono:

- un miglioramento della visibilità delle immagini;
- l'emulazione della funzione di messa a fuoco senza ricorrere allo *Z-stack*;
- la *feature recognition* di nuclei.

In sostanza, a partire ad esempio dagli *snapshot*, che presentano bassa occupazione di memoria, è possibile ottenere un notevole arricchimento, o meglio un *enhancement* dell'informazione a disposizione.

Esplorazione della navigazione virtuale in citologia digitale

Una volta indentificati i nuclei (5, 6) è inoltre possibile creare delle simulazioni virtuali di navigazione attorno ad esso tramite delle estrusioni informatiche (5). Attraverso l'utilizzo del software Mathematica (6) è possibile ottenere delle immagini di estrusione dei nuclei selezionati

con le metodologie descritte in letteratura (4-5) e quindi ottenere un file video di simulazione virtuale di navigazione attorno ad esso.

È stato generato pertanto un file e inserito nel *cloud* di Google Drive.

È possibile raggiungere tale video attraverso il link o il *QR Code* in Figura 1.



https://drive.google.com/file/d/1ux3cqDyLVki_930X8FLeNITqLmOus0YS/view

Figura 1. QR Code e link associati al video

La Figura 2 inoltre illustra un *print screen*, preso da smartphone, relativo alla navigazione dopo invio del link con WhatsApp. Il link riportato assieme al *QR Code* per brevità sono relativi al file in formato *Audio Video Interleave*; tuttavia sono state testate con successo tutte le modalità di scambio riportate nel Capitolo 15.

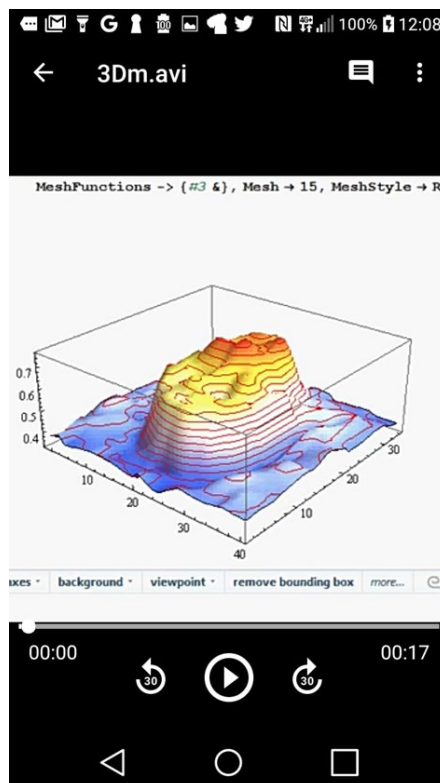


Figura 2. Apertura del link inviato con WhatsApp

Considerazioni conclusive

Lo studio ha avuto l'obiettivo di esplorare lo scambio di video nella diagnostica delle immagini in citologia digitale attraverso un *messenger*.

Si connette logicamente agli studi condotti nel capitolo precedente

Da un punto di vista generale un tale video non rappresenta da solo uno strumento completo di diagnostica per immagini. Tuttavia diventa completo se corredato degli strumenti (4) per il miglioramento della visibilità delle immagini, per l'emulazione della funzione di messa a fuoco senza ricorrere allo *Z-stack* e di *feature recognition* di nuclei.

Sicuramente parti delle metodiche qui illustrate sono utilizzabili in altri settori dove la diagnostica virtuale sta presentando grandi sviluppi, come ad esempio la simulazione di navigazione in cavità, come in gastroenterologia dove viene utilizzata la colonscopia virtuale.

Bibliografia

1. Giansanti D, Grigioni M, D'Avenio G, Morelli S, Maccioni G, Bondi A, Giovagnoli MR. Virtual microscopy and digital cytology: State of the art. *Ann Ist Super Sanita* 2010;46:115-22.
2. Giansanti D, Castrichella L, Giovagnoli MR. The design of a health technology assessment system in telepathology. *Telemed J E Health* 2008;14:570-5.
3. Giansanti D, Pochini M, Giovagnoli MR. How tablet technology is going to change cooperative diagnosis in the cytology e-laboratory. *Telemed J E Health* 2013;19:991-3.
4. Giansanti D (Ed.). *Digital cytology: an experience with image-enhancement and tablet technologies*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2016. (Rapporti ISTISAN 16/46).
5. Boschetto A, Pochini M, Bottini L, Giovagnoli MR, Giansanti D. The focus emulation and image enhancement in digital cytology: An experience using the Mathematica. *Comput Methods Biomech Biomed Eng Imaging Vis* 2015;3:110-6.
6. Giansanti D, Boschetto A, Pochini M, Bottini L, Giovagnoli MR. Design of a process for image improvement in digital cytology: A preliminary technology assessment. *Comput Methods Biomech Biomed Eng Imaging Vis* 2015;3:13-24.

Capitolo 17

TECNOLOGIE INNOVATIVE IN BIOINGEGNERIA: LA PERCEZIONE DEI GIOVANI

Daniele Giansanti (a), Barbara Sisto (b), Aurora Fabbri (c), Ramona Riolo (d), Matteo Marzona (e),
Giovanni Maccioni (a)

(a) *Centro Nazionale per le tecnologie innovative in sanità pubblica, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Liceo Peano, Monterotondo (RM)*

(c) *Liceo Keplero, Roma*

(d) *Liceo Croce Aleramo, Roma*

(e) *Liceo Malpighi, Roma*

Breve introduzione sulla bioingegneria

La bioingegneria è una disciplina che utilizza metodologie e tecnologie dell'ingegneria elettronica, informatica, meccanica e chimica per migliorare le conoscenze relative al funzionamento dei sistemi biologici e sviluppare nuove metodologie e dispositivi diagnostici, terapeutici e riabilitativi. In particolare, la catena di bioingegneria elettronica attraverso elaborazioni di elettronica e informatica permette la visualizzazione e l'analisi di parametri fisici e fisiologici dell'uomo.

La catena comprende vari elementi:

- 1) il sensore, che è l'elemento che permette di trasdurre il parametro;
- 2) l'amplificatore e il filtro, che permettono un'amplificazione e una "pulizia" dell'informazione;
- 3) il convertitore analogico-digitale che fa da ponte tra il mondo analogico, a cui appartengono i parametri fisici e fisiologici della natura, e gli elaboratori che funzionano in modo digitale;
- 4) gli elaboratori e i relativi software installati.

Questa catena assume, ad esempio, particolare importanza in riabilitazione motoria, per la quale vengono impiegati sensori come gli accelerometri, i sensori di velocità angolare e i sensori di forza resistivi. Questi sensori vengono normalmente utilizzati per il funzionamento di strumenti di uso comune (smartphone, tappetini per fitness domiciliare) o innovativi (es. l'innovativo sistema di trasporto elettrico monoposto a due ruote autoequilibrante chiamato Segway e gli esoscheletri robotici motorizzati). È proprio inoltre grazie alle catene di misura che è possibile configurare i processi di diagnostica di immagini degli organi e dei tessuti oggetto di questo studio. Ed è sempre per merito delle catene di misura che è possibile realizzare strumenti bioingegneristici complessi quali i robot utilizzati in riabilitazione neuromotoria e/o chirurgia.

Nuove tecnologie si vanno inoltre diffondendo dal mondo dell'industria e dei consumi verso quello biomedico. Alcune tecnologie permettono di integrare le misure effettuate con la catena con sofisticati algoritmi, quali quelli basati sull'intelligenza artificiale, che hanno la potenzialità di migliorare la diagnosi sulla base dell'analisi ed elaborazione dei parametri forniti (che vengono opportunamente processati) e/o di supportarla in modo automatico e/o di fornire indicazioni utili per le terapie.

Altre tecnologie hanno la potenzialità di migliorare lo scambio dei parametri forniti attraverso nuove applicazioni disponibili, ad esempio attraverso le applicazioni (App) di messaggistica come WhatsApp. Tali App sono in grado di fornire lo scambio in remoto anche di documenti multimediali quali immagini fisse e in movimento.

Percezione delle tecnologie innovative in bioingegneria tra i giovani: un'indagine tra pari

Nell'ambito dei Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento (PCTO) dell'Istituto Superiore di Sanità (ex alternanza scuola e lavoro) offerto alle scuole per l'anno scolastico 2019-2020, è stato proposto un percorso dal titolo "La catena di bioingegneria in riabilitazione motoria: dall'accelerometro al robot". L'obiettivo era quello di fornire agli studenti le capacità teoriche-pratiche per la progettazione di una catena di bioingegneria nell'ambito della riabilitazione motoria. A partire dalle differenti tipologie di sensori per la trasduzione di parametri biomeccanici fino alla visualizzazione e all'analisi dei dati, si è tenuto anche conto delle evoluzioni del mondo dell'industria e dei consumi con impatto su queste tematiche, quali l'intelligenza artificiale e le App che permettono un facile scambio di dati multimediali.

Le studentesse e gli studenti, che hanno partecipato al percorso, hanno realizzato un progetto finale di ampio respiro che prevedeva diverse fasi, quali:

- identificazione di alcuni aspetti da investigare tra i giovani pertinenti al percorso BC27.
- identificazione di una modalità sondaggistica che permetta di investigare tali aspetti in modo rapido ed efficace attraverso un sondaggio elettronico.
- sottomissione del sondaggio.
- analisi dei dati.

Metodologia

È stato scelto come tecnologia per la somministrazione Microsoft Forms, che è stato preferito dagli studenti a OneDrive.

È stato pertanto possibile inviare il seguente link tramite i social network o WhatsApp:
[https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAA
AAAAAAAZ_gyovsdUNExENTdUTIM4NU1KREhWTEpMNTIQWk1aOS4u](https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAA
AAAAAAAZ_gyovsdUNExENTdUTIM4NU1KREhWTEpMNTIQWk1aOS4u)

Tale sondaggio è stato appositamente predisposto per gli studenti delle scuole superiori.

Molte domande sono di tipo a risposta graduata, con un punteggio assegnabile sulla base di una scala a sei livelli (1=minimo; 6=massimo) e altre si basano sullo strumento Likert che prevede, come è noto, una batteria di domande omogenee a ciascuna delle quali è possibile assegnare una valutazione sempre con una scala a sei livelli (1=minimo; 6=massimo).

Come si può vedere, accedendo al sondaggio tramite il link, dopo un filtro di accesso sui partecipanti, che prevede la partecipazione esclusiva degli studenti delle scuole superiori, lo strumento attiva una prima indagine sulle conoscenze di base relative a tecnologie del mondo dei consumi e immediatamente dopo affronta una seconda indagine relativa alle conoscenze in uso medico di tali tecnologie.

Particolare spazio in questi quesiti in ambito medico è dedicato a:

- robotica;
- intelligenza artificiale;
- realtà virtuale e aumentata;
- opinioni nello scambio di dati multimediali di tipo medicale;
- conoscenze sulla sensoristica;
- conoscenze e/o opinioni sull'uso di App per fitness/wellness.

Primi risultati

Il primo risultato importante è la disponibilità del prodotto “sondaggio”. Per quanto riguarda i dati ottenuti va precisato che al momento della stesura di questo rapporto il sondaggio sta continuando e sarà oggetto di opportuna disseminazione specifica. Sono possibili tuttavia delle prime considerazioni sicuramente interessanti sulla base della compilazione da parte di 81 studenti (40 maschi e 41 femmine), in particolare sulla tipologia di output che inizia ad emergere. Interessante è quanto si evidenzia in relazione alla realtà artificiale. È emerso che, nonostante sia le applicazioni di realtà virtuale che aumentata, siano molto diffuse tra i giovani a partire da quelle di tipo ludico, solamente 28 studenti su 53 asseriscono di conoscere le differenze tra le due.

Interessante è anche la fiducia da parte dei giovani nelle tecnologie innovative che si esplicita con i valori di risposta alle seguenti domande.

Le due domande “Temi che l’introduzione della robotica e dell’intelligenza artificiale possano rappresentare un pericolo in generale” e “Temi che l’introduzione della robotica e dell’intelligenza artificiale possano rappresentare un pericolo in campo medico” hanno ottenuto un valore medio di risposta molto basso rispettivamente pari a 2,20 e a 2,04 ad indicare una grande fiducia e ottimismo in queste due tecnologie, tanto da non rappresentare un pericolo.

La domanda “Quanto pensi che le App di messaggistica possano in futuro essere di utilità per lo scambio multimediale di informazioni mediche?” ha avuto un valor medio molto alto pari a 5,25 ad indicare una grande affidamento riposto nel futuro utilizzo dei social media nella *mobile health*.

Pochissimi inoltre si fidano dei parametri forniti dalle App per il fitness e il wellness, come si evidenzia dal basso valor medio di risposta pari a 2,62 che è di conforto rispetto ad i rischi di una scorretta interpretazione, evidenziati in uno studio precedente (3).

Conclusioni

Lo studio riportato nel capitolo ha la propria genesi nei PCTO proposti presso l’Istituto Superiore di Sanità. Il sondaggio, che rappresenta il prodotto principale sviluppato dalle studentesse e dagli studenti, è ancora in corso e proseguirà durante altre iniziative a cui saranno invitati gli studenti, come ad esempio la Notte Europea dei Ricercatori (4). L’analisi dei dati di dettaglio è prevista al raggiungimento di un adeguato campione. Tuttavia in questo contributo è stato già possibile effettuare alcune considerazioni sulla base di alcune risposte ottenute da cui si è evidenziata un affidamento nelle tecnologie innovative sia nel campo dei consumi che medico, accompagnata in alcuni casi da una giusta cautela verso i parametri forniti da quelle tecnologie, quali le App per il fitness e il wellness che possono confondersi con tecnologie medicali pur senza appartenere ad esse.

Da un punto di vista generale lo studio evidenzia come, attraverso una scelta di una soluzione tecnologia adeguata sia possibile effettuare un sondaggio in modo semplice e automatico inviando dei link Internet ad esempio attraverso WhatsApp e ottenendo automaticamente l’*uploading* di dati forniti in un database. Nello specifico emergono sicuramente i seguenti due valori aggiunti:

La possibilità e capacità da parte degli studenti formati dai PCTO dell’ISS di creare degli strumenti di autodiagnosi di problematiche tra la stessa popolazione studentesca, nella fattispecie uno strumento che permetta una raccolta di informazioni relative alle problematiche emergenti sull’integrazione delle tecnologie in campo medicale.

L’utilità e la portabilità dello strumento realizzato che seppur utilizzato in un primo campione limitato di soggetti ha sicuramente dimostrato la sua potenzialità in campagne di acquisizioni di più ampio respiro.

Bibliografia

1. Salinetti S, De Castro P, Barbaro MC, Ambrosini E, Agresti C. Alternanza scuola lavoro in ISS. Riflessioni a tre anni di attività. *Notiziario dell'Istituto Superiore di Sanità* 2018;31(3):3-7
2. De Castro P, Salinetti S (Ed.). *Catalogo delle attività dell'Istituto Superiore di Sanità per le scuole (marzo 2019)*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2019.
3. Giansanti D (Ed.). *Cammino e salute: stato dell'arte, proposte innovative e integrazione nell'e-health*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2017. (Rapporti ISTISAN 17/30)

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Daniele Giansanti, Mauro Grigioni
 Centro Nazionale Tecnologie Innovative in Sanità Pubblica

Da un punto di vista generale il rapporto è stato focalizzato in due settori rilevanti dell'Ingegneria Clinica (IC) (quello della diagnostica per immagini cellulare/dei tessuti e quello della diagnostica degli organi) ed ha analizzato le nuove direzioni di sviluppo e ricerca nell'integrazione con le nuove tecnologie basate su tablet e smartphone con particolare riferimento allo scambio di immagini dinamiche attraverso i *messenger*.

Nello studio sono stati in primo luogo affrontati gli standard di immagini disponibili per quanto riguarda sia l'*imaging* statico che dinamico.

Ampio spazio è stato pertanto dato alla descrizione del formato *Digital Imaging and COmmunications in Medicine* (DICOM) che, da un lato, ha visto la sua affermazione da decenni in ambito della diagnostica degli organi e che, dall'altro, si sta aprendo anche in ambito della diagnostica cellulare/dei tessuti in patologia digitale nelle due componenti citologia e istologia digitale con il nuovo formato DICOM *Whole Slide Image*.

Adeguate spazio è stato dato alla descrizione ad altri formati di *imaging* statico e dinamico che vengono già utilizzati in ambito biomedico tipo l'*Audio Video Interleave* (AVI) e ad altri che affermati nell'ambito del software e dell'hardware di consumi possono presentare delle potenzialità.

Dopo un breve richiamo di esperienze precedenti a cui lo studio era interconnesso sono stati illustrati in primo luogo alcuni studi sperimentali (basati su sondaggi elettronici inviati tramite tecnologia *mobile*) proposti per indagare l'opinione e la percezione su nuove tecnologie e problematiche in *m-health*, dalla *cyber-security* alle tecnologie per il welfare e all'intelligenza artificiale. Ci si è poi focalizzati sullo scambio di immagini dinamiche in medicina utilizzando gli strumenti di *messenger* anche assieme ad altri strumenti moderni messi a disposizione dalla attuale tecnologia anche *mobile*, quali i *cloud* e il *Quick Response (QR) Code*.

Un primo studio centrale dedicato focalizzato in emodinamica ha valutato con successo la trasmissione/diagnosi di un tracciato cardiologico dinamico comprendente tutte le fasi del ciclo cardiaco anche detto *Run* (a partire dal formato *Audio Video Interlink* fornito dagli applicativi) utilizzando strumenti di:

- attachment di un *messenger* dopo conversione in un formato compatibile.
- *cloud* (Google Drive) e quindi l'invio del solo link web puntatore del *Run* nel *cloud* in tre diversi formati.
- *QR Code* nei tre casi di cui sopra.

Un secondo studio è stato focalizzato in ambito citologico ed è relativo allo scambio remoto di una ricostruzione 3D dinamica di navigazione virtuale attorno ad un nucleo cellulare.

Tale studio ha riproposto la stessa analisi completa del precedente e nel rapporto per brevità è riportata la trasmissione attraverso strumenti di:

- *cloud* (Google Drive) e quindi l'invio del solo link web puntatore del *Run* nel *cloud* nel formato AVI.
- *QR Code* nel caso di cui sopra.

I valori aggiunti dal rapporto sono i seguenti:

- Il primo è rappresentato da un depositario degli standard di *imaging* utilizzati e potenzialmente utilizzabili in ambito sanitario.

- Il secondo è rappresentato da un esempio di *technology assessment* di diverse soluzioni per la trasmissione di immagini dinamiche nell'ambito della diagnostica degli organi in emodinamica utilizzando la tecnologia *mobile*.
- Il terzo è rappresentato da un esempio di *technology assessment* di diverse soluzioni per la trasmissione di immagini dinamiche nell'ambito della diagnostica cellulare/dei tessuti utilizzando la tecnologia *mobile*.
- Il quarto è rappresentato dalla valutazione generale delle nuove opportunità offerte dalle nuove tecnologie disponibili e/o utilizzabili su tecnologia *mobile*.
- Il quinto è rappresentato dall'indagine di opinione basata su sondaggi elettronici su nuove problematiche e/o opportunità offerte dalle tecnologie (*cyber-security*, welfare, intelligenza artificiale).

Lo studio potrà continuare in emodinamica prevedendo un allargamento su un ventaglio di casistiche significative. Esistono infatti molti settori medici in cui la diagnostica per immagini si basa sull'ispezione di video e addirittura in alcuni casi di video con audio (file scambiabili ugualmente con i *messenger*); si pensi a titolo di esempio non esaustivo ai due macrosettori della ecografia e della diagnostica virtuale.

Sicuramente alcune delle considerazioni emerse in questo studio presentano una portabilità in entrambi i due macrosettori dell'ecografia e della diagnostica virtuale.

*Serie Rapporti ISTISAN
numero di gennaio 2020*

*Stampato in proprio
Servizio Comunicazione Scientifica – Istituto Superiore di Sanità*

Roma, marzo 2020