



da inviare via mail a [bandopondottorati@uniroma2.it](mailto:bandopondottorati@uniroma2.it) entro il 25/09/2021

**Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Il sottoscritto Giovanni Saggio, Prof. Associato afferente al Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Interno 06-72597260 email [saggio@uniroma2.it](mailto:saggio@uniroma2.it)

**CHIEDE**

l'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: Ingegneria Elettronica

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato: Voicewise Srl

Persona di Riferimento: Simone Miraglia, Telefono 333-3426315, Email [s.miraglia@cloudwise.it](mailto:s.miraglia@cloudwise.it)

Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi) che comprenda

Descrizione del Progetto:

Emissione vocale (parlato, vocali sostenute), tosse, respiro, sono il risultato di un complesso meccanismo di coordinamento di sistemi e sottosistemi (glottide, laringe, gola, trachea, polmoni, cavità orale/nasale, ecc.), influenzati da diverse condizioni quali temperatura, vasodilatazione, idratazione, ecc., e supervisionate dall'attività cerebrale. Cambiamenti nei suddetti sistemi, nelle condizioni di contorno e nell'attività celebrale si riflettono sull'emissione finale, modificandone le caratteristiche.

Emissione vocale, tosse, respiro si modificano fisiologicamente durante le fasi della vita in base a età<sup>1</sup>, sesso<sup>2</sup>, massa corporea<sup>3</sup>, abitudine al fumo<sup>4</sup>, e cambiamenti ormonali<sup>5,6</sup>. Ma oltre a cambiamenti fisiologici, la letteratura riporta come modifiche di voce/tosse/respiro si associano a patologie psichiatriche (depressione<sup>7</sup>, disturbo bipolare<sup>8,9</sup>), a problemi dell'apparato fonatorio (laringite cronica<sup>10</sup>, cancro alla laringe<sup>11</sup>, edema<sup>12</sup> e polipi alle corde vocali<sup>13</sup>, asma<sup>14</sup>, cancro del collo<sup>15</sup>, disidratazione della laringe<sup>16</sup>, edema di Reinke<sup>17</sup>). Inoltre, si è dimostrato come alcuni specifici parametri della voce/tosse/respiro cambiano anche in presenza di malattie croniche (malattie cardiovascolari<sup>18</sup>, diabete<sup>19</sup>, sclerosi multipla<sup>20</sup>, sclerosi laterale amiotrofica<sup>21</sup>, Alzheimer<sup>22</sup> e morbo Parkinson<sup>23,24</sup>).

Dall'analisi dei suoni registrati di voce/tosse/respiro, mediante algoritmi di intelligenza artificiale e mediante nuovi approcci algoritmici come l'applicazione dell'algebra di Clifford, è possibile estrarre e analizzare oltre 6300 parametri, di cui circa un terzo è modificabile intenzionalmente dal parlatore



(parametri “psicologici”), un ulteriore terzo dipende dalle caratteristiche fisiche (parametri “fisiologici”), mentre l’ultima parte dipende da condizioni alterate e non può essere variata su base volontaria (parametri “patologici”).

Con algoritmi di machine learning, già sviluppati ma con ancora ampi margini di affinazione e miglioramento, si possono individuare quei parametri che differenziano voce/tosse/respiro di una persona in salute rispetto a una persona affetta da una determinata malattia o condizione. Le variazioni dei parametri non sono generalmente percepibili dall’orecchio umano ma evidenziabili da registrazioni audio ed analisi con algoritmi specifici e, considerata la loro facile misurabilità, rappresentano dei marker utili per monitorare il decorso delle patologie croniche e per individuare segni e sintomi di riacutizzazione che possono rappresentare un precoce campanello d’allarme di un peggioramento della malattia e di conseguenza della qualità della vita.

Per questo motivo, l’obiettivo della ricerca relativa ad un percorso di dottorato è quello di esplorare e descrivere l’uso clinico della misura della voce/tosse/respiro e i cambiamenti dei relativi parametri acustici in contesti clinici relativamente a rilevanti malattie e patologie psichiatriche. Riguardo le malattie si indagheranno: disturbo comportamentale in sonno REM (RBD), fibrosi polmonare ideopatica (IPF), insufficienza cardiaca (HF), diabete mellito (DM), broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO). Riguardo le patologie psichiatriche si indagheranno: ansia, depressione.

1. Dehqan A. et al. The Effects of Aging on Acoustic Parameters of Voice. *Folia Phoniatr Logop.*, 2012.
2. Yucesoy E. et al. Gender identification of a speaker from voice source. *IEEE*, 2013.
3. Pisanski K. et al. Can blind persons accurately assess body size from the voice?. *Biol. Lett.*, 2016; 12.
4. Guimarães I. et al. Health and voice quality in smokers: An exploratory investigation. *Logoped. Phoniatr. Vocol.*, 2005; 30.
5. Hari Kumar K. et al. Voice and endocrinology. *Indian J. Endocrinol. Metab.*, 2016; 20.
6. D'haeseleer E. et al. The impact of menopause on vocal quality. *Menopause*, 2011; 18.
7. Wang J. et al. Identifying comorbidities from depressed people via voice analysis. *IEEE*, 2017.
8. Long H. et al. Detecting depression in speech: Comparison and combination between different speech types. *IEEE*, 2017.
9. Guidi A. et al. Voice quality in patients suffering from bipolar disease. *IEEE*, 2015.
10. Teixeira J. et al. Acoustic Analysis of Chronic Laryngitis - Statistical Analysis of Sustained Speech Parameters. *Science and Technology Public.*, 2018.
11. Ezzine K. et al. Towards a computer tool for automatic detection of laryngeal cancer. *IEEE*, 2016.
12. Costa S. et al. Short-Term Cepstral Analysis Applied To Vocal Fold Edema Detection. *SciTePress.*, 2008.
13. Petrovic-Lazic M. et al. Acoustic and Perceptual Characteristics of the Voice in Patients With Vocal Polyps After Surgery and Voice Therapy. *J. Voice*, 2015; 29.
14. Walia G. et al. Mathematical formulation based on acoustic parameters. *IEEE*, 2016.
15. Zacharia T. et al. Evaluation of voice parameters in people with head and neck cancers: an investigational study. *Middle East J. Cancer.*, 2016; 7.
16. Stemple J. et al. Vocal Health and Hydration: Fact or Fiction?. *Voice Speech Rev.*, 2007; 5.
17. Fonseca E. et al. Normal versus pathological voice signals. *Eng. Med. Biol. Mag.*, 2009; 28.
18. De Alvear R. et al. Interactions between voice fundamental frequency and cardiovascular parameters. Preliminary results and physiological mechanisms. *Logoped. Phoniatr. Vocol.*, 2013; 38.
19. Chitkara D. et al. Voice based detection of type 2 diabetes mellitus. *IEEE*, 2016.
20. Dogan M. et al. Objective and subjective evaluation of voice quality in multiple sclerosis. *J Voice*, 2007; 21.



21. Gómez-Vilda P. et al. Monitoring amyotrophic lateral sclerosis by biomechanical modeling of speech production. *Neurocomputing*. 2015; 15.
22. Meilan J. et al. Voice Markers of Lexical Access in Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease. *Curr. Alzheimer Res.*, 2018; 15.
23. Chandrayan S. et al. Selection of dominant voice features for accurate detection of Parkinson's disease. *IEEE*, 2017.
24. Vikas, R. Sharma. Early detection of Parkinson's disease through Voice. *Int. Conf. on Advances in Eng. and Techn.*; India, 2014.

#### Obiettivi formativi:

Lo studente di dottorato verrà formato sia nella parte teorica che nella parte pratica. Nello specifico, lo studente imparerà/approfondirà algoritmi di machine learning e di algebra di Clifford, e condurrà le proprie ricerche presso diverse realtà ospedaliere. Farà parte della sua formazione la pratica con strumentazione specifica e la realizzazione di elettronica ad-hoc, la programmazione firmware di microcontrollori programmabili per l'esecuzione di routines in tempo-reale, nonché lo sviluppo di una App per smartphone che riassume il tutto. Infine, parte importante sarà anche la disseminazione, con la scrittura di articoli scientifici e la partecipazione a congressi internazionali.

#### Attività previste:

Le registrazioni per lo studio di RBD, IPF, HF, DM, BPCO avverranno presso il Policlinico Tor Vergata (PTV) di Roma, in collaborazione con la Prof.ssa Paola Rogliani (Associato, Dip. di Medicina Sperimentale e Chirurgia, 22a ranking "world's lung disease experts") ed il suo staff, e col Prof. Ercole Vellone (Associato, Dip. Biomedicina e Prevenzione) ed il suo staff. Le registrazioni per lo studio di ansia e depressione avverranno presso l'Univ. di Siena, in collaborazione col Prof. Andrea Fagiolini (Ordinario, Dip. di Medicina Molecolare e dello Sviluppo) ed il suo staff.

L'analisi dei suoni di voce/tosse/respiro delle diverse patologie e stati psicologici avverrà sia presso il Dip. di Ing. Elettronica dell'Università di "Tor Vergata", sia presso lo spinoff Voicewise Srl. Allo scopo, si svilupperanno nuovi algoritmi di machine learning, indagando anche approcci alternativi come l'applicazione dell'algebra di Clifford.

Al fine di avere risposte immediate (o quasi) dall'analisi dei dati, un'altra attività dello studente di dottorato sarà quella di (imparare a) programmare sistemi elettronici implementando via firmware gli algoritmi sviluppati. Inoltre, si chiede allo studente di implementare il tutto attraverso una App per smartphone, per velocizzare/semplificare il processo.

Tra le attività previste, un ruolo importante sarà la disseminazione, con la scrittura di articoli per riviste e la partecipazione a congressi internazionali.

#### Attinenza del progetto all'area indicata:

Questo progetto di dottorato è ben centrato sull' "innovazione". Innovativo è l'approccio al problema di trovare un metodo nuovo di indagine dello stato patologico e psicologico di una persona potenzialmente ovunque si trovi (non vi è stretta necessità si faccia presso un ospedale ma si può realizzare anche a casa del paziente), in qualunque momento (non si è legati a tempi particolari), senza invasività (nessun dolore o trauma per il paziente), con costi prossimi a zero (un software che può essere realizzato tramite una App). Innovativo è il sistema di diagnosi basato su analisi dei suoni di voce, tosse,



respiro. Innovativa la possibilità di rendere tutto fruibile anche senza intervento di un professionista (il paziente può raccogliere campioni di voce, tosse, respiro da se con uno smartphone – dopo essere stato istruito – ed inviarli con lo stesso smartphone presso la struttura dove i suoni registrati verranno analizzati).

Risultati attesi:

Ci si attende:

- un nuovo sistema che supporti oggettivamente il medico a fare diagnosi di patologie e stati psicologici;
- che lo studente ricerchi in un settore innovativo, con potenzialità assolutamente trasversali (gli algoritmi di machine learning a quelli dell'algebra di Clifford hanno potenziali applicazioni che vanno oltre la ricerca proposta con questo dottorato);
- che lo studente di dottorato si applichi con software, firmware ed hardware;
- che lo studente comunichi i suoi risultati con la stesura di articoli scientifici e la partecipazione a convegni internazionali;
- che i risultati della ricerca trovino applicazione reale nella pratica clinica quotidiana, con trasferimento tecnologico dal laboratorio alla società comune.

Azienda pubblica o privata coinvolta nazionale o straniera in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi previsto dal Decreto Ministeriale: Voicewise Srl (spinoff dell'Università degli Studi di Roma "Tor vergata")

**Firma**