

(Relazione da consegnare al Direttore del Dipartimento almeno un mese prima della scadenza annuale del contratto)

Relazione Scientifica Annuale sull'attività svolta nell'ambito dell'assegno di ricerca

Nominativo dell'assegnista di ricerca: Angelo Genovese

Titolo dell'assegno di ricerca: *Metodi e tecnologie avanzati in informatica (titolo del progetto: *Metodi avanzati per il riconoscimento biometrico ad alta usabilità e scarsamente vincolato in applicazioni di sicurezza*)*

Specificare se si tratta di assegno di ricerca di tipo A o di tipo B: Tipo A

Docente referente: Prof. Vincenzo Piuri

Durata del contratto da 01/08/2016 **a** 31/07/2018

Periodo di riferimento della relazione da 01/08/2016 **a** 31/07/2017

1. Obiettivi della ricerca

1. Studio di sensori a basso costo o dedicati per l'acquisizione di tratti biometrici con bassa intrusività.
2. Studio di procedure innovative di acquisizione biometrica con istruzioni e requisiti ergonomici avanzati.
3. Studio di tecniche di elaborazione di segnali e immagini applicate a dati biometrici affetti da rumore.
4. Studio di tecniche di intelligenza computazionale per la progettazione di sistemi adattativi.

2. Risultati della ricerca

Nel periodo di riferimento di questa relazione e in riferimento agli obiettivi della ricerca, le attività di ricerca svolte nell'ambito dell'assegno di ricerca hanno portato al conseguimento dei seguenti risultati:

1. *Studio di sensori a basso costo o dedicati per l'acquisizione di tratti biometrici con bassa intrusività:* nell'ambito del riconoscimento delle impronte digitali senza contatto in contesti scarsamente vincolati, è stato effettuato uno studio dei sensori disponibili attraverso l'analisi della letteratura e delle soluzioni commerciali ed attraverso la comparazione e valutazione in laboratorio delle soluzioni più significative. L'attività ha quindi portato come risultato l'identificazione di una categoria di sensori off-the-shelf a basso costo ed elevata risoluzione per l'acquisizione di caratteristiche avanzate dell'impronta [IJ-1].
2. *Studio di procedure innovative di acquisizione biometrica con istruzioni e requisiti ergonomici avanzati:* sono state studiate ed analizzate le caratteristiche di usabilità e ergonomia dei metodi di riconoscimento biometrico attualmente utilizzati nei sistemi di controllo automatico delle frontiere [IJ-2, IC-2]. In questo contesto, sono state progettate soluzioni innovative per un riconoscimento biometrico ergonomico, ad alta usabilità e veloce, che tenga conto anche di persone con visibilità ridotta e mobilità limitata [IJ-2]. Sono state inoltre progettate ed implementate procedure innovative per l'acquisizione di impronte digitali ad alta risoluzione tramite procedure senza contatto e scarsamente vincolate, al fine di estrarre caratteristiche avanzate dell'impronta [IJ-1].
3. *Studio di tecniche di elaborazione di segnali e immagini applicate a dati biometrici affetti da rumore:* sono state progettate ed implementate tecniche di elaborazione di immagini per impronte digitali acquisite senza contatto al fine di estrarre le caratteristiche dei pori presenti sull'impronta. Le immagini sono acquisite in un contesto scarsamente vincolato e presentano deformazioni prospettiche, variazioni di messa a fuoco e illuminazione. Sono stati quindi implementati algoritmi adattativi basati su intelligenza computazionale per l'estrazione e il corretto riconoscimento dei pori [IJ-1]. Nell'ambito dei sistemi basati su contatto presenti alle frontiere, sono stati progettati ed implementati metodi adattativi per la normalizzazione e la fusione degli score biometrici in grado di preservare la privacy dei dati personali e di adattarsi a diversi algoritmi e tecnologie di confronto biometrico [IC-1, IC-3]. Infine, sono stati progettati ed implementati metodi basati su intelligenza computazionale e tecniche di fusione a livello di feature per l'analisi di volti acquisiti in contesti scarsamente vincolati, al fine di determinare l'età dell'individuo [S-1].
4. *Studio di tecniche di intelligenza computazionale per la progettazione di sistemi adattativi:* sono state studiate e analizzate le tecniche principali basate su intelligenza computazionale per l'elaborazione di segnali e immagini biometrici [IJ-3]. In questo contesto, sono stati progettati ed implementati metodi adattativi basati su Convolutional Neural Network (CNN) per l'elaborazione di impronte digitali acquisite tramite procedure eterogenee e per l'estrazione dei pori dell'impronta digitale. I metodi sono stati applicati con buoni risultati su immagini con forti variazioni di contrasto, illuminazione e qualità dell'impronta, dimostrando di potersi adattare con successo a diversi scenari applicativi [IJ-1]. Nell'ambito dei sistemi basati su contatto presenti alle frontiere, sono stati progettati ed implementati metodi basati su Support Vector Machine (SVM) per la normalizzazione degli score biometrici. Le tecniche realizzate hanno la caratteristica di preservare la privacy dei dati biometrici e hanno

dimostrato di adattarsi a diversi algoritmi e tecnologie di confronto biometrico [IC-1]. Infine, sono stati progettati e implementati metodi basati su CNN e Feedforward Neural Networks (FFNN) per determinare l'età dell'individuo a partire da immagini di volti acquisiti in contesti scarsamente vincolati. I metodi sono stati applicati con buoni risultati su immagini di individui acquisite con forti rotazioni del volto [S-1].

3. Attività svolte

Nel periodo di riferimento di questa relazione, l'attività di ricerca ha riguardato lo studio di sistemi hardware, algoritmi e metodi biometrici per il riconoscimento di individui in applicazioni di sicurezza, utilizzando tratti biometrici fisiologici. In questo contesto, le attività si sono focalizzate sulla creazione di procedure di acquisizione ad alta usabilità, senza contatto e scarsamente vincolate, sulla codifica di segnali e immagini con un alto livello di rumore e su metodi per il confronto delle identità.

In particolare, sono state studiate e analizzate le tecniche principali basate su intelligenza computazionale per l'elaborazione di segnali e immagini biometrici [IJ-3] e sono stati studiati metodi biometrici innovativi basati sulle impronte digitali e sul volto, utilizzando sia procedure senza contatto che procedure con contatto:

- *Metodi senza contatto basati su impronte digitali:* nell'ambito del riconoscimento delle impronte digitali in contesti scarsamente vincolati, è stato effettuato uno studio dei sensori disponibili attraverso l'analisi della letteratura e delle soluzioni commerciali ed attraverso la comparazione e valutazione in laboratorio delle soluzioni più significative. L'attività ha quindi portato come risultato l'identificazione di una categoria di sensori off-the-shelf a basso costo ed elevata risoluzione per l'acquisizione di caratteristiche avanzate dell'impronta [IJ-1]. Inoltre, sono state studiate tecniche di elaborazione di immagini per impronte digitali acquisite senza contatto al fine di estrarre le caratteristiche dei pori presenti sull'impronta. A questo scopo sono stati studiati algoritmi adattativi basati su CNN per l'estrazione di caratteristiche e il corretto riconoscimento dei pori. I metodi sono stati applicati con buoni risultati su immagini con forti variazioni di contrasto, illuminazione e qualità del pattern dell'impronta, dimostrando di potersi adattare con successo a diversi scenari applicativi [IJ-1].
- *Metodi con contatto basati su impronte digitali:* sono state studiate soluzioni innovative per un riconoscimento biometrico alle frontiere ergonomico, ad alta usabilità e veloce, che tenga conto anche di persone con visibilità ridotta e limitata mobilità [IJ-2, IC-2]. In questo contesto, sono stati studiati metodi adattativi di normalizzazione degli score basati su SVM in grado di preservare la privacy dei dati biometrici e di adattarsi a diversi algoritmi e tecnologie di confronto biometrico [IC-1]. Infine, sono stati studiati metodi adattativi di fusione biometrica in grado di preservare la privacy e integrabili con diversi algoritmi di riconoscimento biometrico [IC-3].
- *Metodi basati sul volto:* sono stati studiati metodi basati su intelligenza computazionale e tecniche di fusione a livello di feature per l'analisi di volti acquisiti da individui non cooperativi ed in contesti scarsamente vincolati, al fine di determinare l'età dell'individuo. In particolare, sono stati studiati metodi basati su CNN e FFNN per l'elaborazione di immagini acquisite con forti rotazioni del volto [S-1].

4. Prodotti della ricerca conseguiti

Nel periodo di riferimento di questa relazione, la ricerca ha prodotto:

- 3 articoli pubblicati in riviste internazionali [IJ-1, IJ-2, IJ-3];
- 3 articoli pubblicati negli atti di conferenze internazionali [IC-1, IC-2, IC-3];
- 1 articolo sottomesso a conferenza internazionale [S-1].

4.1 Articoli in riviste internazionali con comitato scientifico di revisione

- [IJ-1] R. Donida Labati, A. Genovese, E. Muñoz, V. Piuri, and F. Scotti, "A novel pore extraction method for heterogeneous fingerprint images using Convolutional Neural Networks", in Pattern Recognition Letters, 2017. ISSN: 0167-8655. [DOI: 10.1016/j.patrec.2017.04.001]
- [IJ-2] R. Donida Labati, A. Genovese, E. Muñoz, V. Piuri, F. Scotti, and G. Sforza, "Biometric recognition in Automated Border Control: a survey", in ACM Computing Surveys, vol. 49, no. 2, November, 2016, pp. 24:1-24:39. ISSN: 0360-0300. [DOI: 10.1145/2933241]
- [IJ-3] R. Donida Labati, A. Genovese, E. Muñoz, V. Piuri, F. Scotti, and G. Sforza, "Computational intelligence for biometric applications: a survey", in International Journal of Computing, vol. 15, no. 1, 2016, pp. 40-49. ISSN: 2312-5381. [Link: <http://www.computingonline.net/index.php/computing/article/view/829>]

4.2 Pubblicazioni negli atti di conferenze internazionali con comitato scientifico di revisione

- [IC-1] A. Anand, R. Donida Labati, A. Genovese, E. Muñoz, V. Piuri, F. Scotti, and G. Sforza, "Enhancing fingerprint biometrics in Automated Border Control with adaptive cohorts", in Proc. of the 2016 IEEE Symp. on Computational Intelligence for Security and Defense Applications (CISDA 2016), Athens, Greece, December 6-9, 2016, pp. 1-8. ISBN: 978-1-5090-4240-1. [DOI: 10.1109/SSCI.2016.7850073]
- [IC-2] R. Donida Labati, A. Genovese, E. Muñoz, V. Piuri, F. Scotti, and G. Sforza, "Emerging biometric technologies for Automated Border Control gates", in Proc. of the 13th Int. Conf. on Pattern Recognition and Information Processing (PRIP 2016), Minsk, Belarus, October 3-5, 2016
- [IC-3] A. Anand, R. Donida Labati, A. Genovese, E. Muñoz, V. Piuri, F. Scotti, and G. Sforza, "Enhancing the performance of multimodal Automated Border Control systems", in Proc. of the 15th Int. Conf. of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG 2016), Darmstadt, Germany, September 21-23, 2016, pp. 1-5. ISBN: 978-3-8857-9654-1. [DOI: 10.1109/BIOSIG.2016.7736922]

4.3 Articoli sottomessi a conferenze internazionali con comitato scientifico di revisione

- [S-1] A. Anand, R. Donida Labati, A. Genovese, E. Muñoz, V. Piuri, and F. Scotti, "Facial Age Estimation in Less-constrained Environments using Convolutional Neural Networks".

5. Descrizione dell'attività di ricerca svolta all'estero

5.1 Periodi di ricerca all'estero

Periodo: giugno 2017 – agosto 2017

Luogo: Toronto, ON, Canada

Affiliazione: Multimedia Laboratory, University of Toronto, Canada

Descrizione: Visiting Researcher presso il Multimedia Laboratory, University of Toronto, ON, Canada. Le attività di ricerca, svolte in collaborazione con il Prof. Konstantinos N. Plataniotis, direttore del Multimedia Laboratory, sono attualmente in corso e riguardano lo studio di caratteristiche innovative per il riconoscimento del palmo in situazioni scarsamente vincolate.

5.2 Collaborazioni con gruppi di ricerca internazionali

Periodo: gennaio 2013 – oggi

Descrizione: Collaborazione con il Face Recognition and Artificial Vision Research Laboratory for Advanced Security, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Spagna.

6. Attività professionali e di servizio

Nel periodo di riferimento di questa relazione, Angelo Genovese ha fatto parte del comitato di programma ed è stato revisore esterno per numerose conferenze. Inoltre, è stato membro del comitato editoriale e revisore esterno di diverse riviste internazionali. Si riportano di seguito le conferenze e le riviste con le quali Angelo ha collaborato (con solo riferimento alle attività all'interno del periodo di riferimento di questa relazione).

6.1 Organizzazione di conferenze

Program chair di conferenze internazionali

- 2017 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS 2017), Milano, Italia, 24–25 luglio 2017.

Membro del comitato di programma di conferenze internazionali

- Int. Conf. on Communication, Computing & Internet of Things (IC3IoT 2018), Chennai, India, 15–17 febbraio 2018.
- 2nd Int. Conf. on Data Management, Analytics and Innovation (ICDMAI 2018), Pune, India, 19–21 gennaio 2018.
- Int. Conf. on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM 2018), Funchal, Portugal, 16–18 gennaio 2018.
- 3rd IEEE Int. Conf. on Data Science and Systems (DSS 2017), Bangkok, Thailand, 18–20 dicembre 2017.
- 2017 IEEE Int. Conf. on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS 2017), Bhubaneswar, India, 17–20 dicembre 2017.
- Int. Conf. on Machine Learning and Data Science (ICMLDS 2017), Delhi, India, 14–15 dicembre 2017.
- Int. Conf. on Computing Analytics and Networking (ICCAN 2017), Bhubaneswar, India, 15–16 dicembre 2017.
- 10th Int. Conf. on Security, Privacy and Anonymity in Computation, Communication and Storage (SpaCCS 2017), co-sponsor Springer, Guangzhou, China, 12–15 dicembre 2017.
- Int. Conf. on Information Security Practice and Experience (ISPEC 2017), Melbourne, Australia, 29 novembre–1 dicembre 2017.
- 9th Int. Conf. on Knowledge Discovery and Information Retrieval (KDIR 2017), Funchal, Portogallo, 1–3 novembre, 2017.
- 2017 17th IEEE Int. Conf. on Communication Technology (ICCT 2017), Chengdu, Cina, 27–30 ottobre 2017.
- 3rd Int. Symp. on Intelligent Systems Technologies and Applications (ISTA 2017), Manipal, India, 13–16 settembre 2017.

- 5th Int. Symp. on Security in Computing and Communications (SSCC 2017), Manipal, India, 13–16 settembre 2017.
- 2nd Symp. on Advances in Applied Informatics (SAI 2017), co-sponsor IEEE, Manipal, India, 13–16 settembre 2017.
- 6th Int. Conf. on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI 2017), Manipal, India, 13–16 settembre 2017.
- Int. Conf. on Security and Cryptography (SECRYPT 2017), Madrid, Spagna, 24–26 luglio 2017.
- 2017 IEEE Region 10 Symp. - Technologies for Smart Cities (TENSYP 2017), Kerala, India, 14–16 luglio 2017.
- 2017 IEEE Int. Conf. on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA 2017), Gdynia, Polonia, 3–5 luglio 2017.
- IEEE Int. Conf. on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA 2017), Annecy, Francia, 26–28 giugno 2017.
- 11th Int. Conf. on Frontier of Computer Science and Technology (FCST 2017), Exeter, UK, 21–23 giugno 2017.
- 14th Int. Work-Conf. on Artificial Neural Networks (IWANN 2017), Cádiz, Spagna, 14–16 giugno 2017.
- 2017 2nd Int. Conf. on Image, Vision and Computing (ICIVC 2017), Chengdu, Cina, 2–4 giugno, 2017.
- Int. Conf. on Internet of Things, Big Data and Security (IoT BDS 2017), Porto, Portogallo, 24–26 aprile 2017.
- 2017 World Symp. on Computer Applications & Research (WSCAR 2017), Istanbul, Turchia, 2–4 aprile 2017.
- 6th Int. Conf. on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM 2017), Porto, Portogallo, 24–26 febbraio 2017.
- Int. Conf. on Advanced Computing and Intelligent Engineering (ICACIE 2016), Bhubaneswar, India, 21–23 dicembre 2016.
- 2016 IEEE Int. Symp. on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT 2016), Limassol, Cipro, 12–14 dicembre 2016.
- Int. Conf. On Signal Image Processing Communication & Automation (ICSIPCA 2016), Bengaluru, India, 8–10 dicembre 2016.
- 2016 IEEE World Conf. on Futuristic Trends in Research and Innovation for Social Welfare (WCFT 2016), Coimbatore, India, 29 settembre–1 marzo, 2016.
- 2016 Int. Conf. on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI 2016), Jaipur, India, 21–24 settembre 2016.
- 2016 Int. Conf. on Computers, Data Management and Technology Applications (ICCDMTA 2016), Istanbul, Turchia, 18–20 agosto 2016.
- 2016 Int. Symp. on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA 2016), Sinaia, Romania, 2–5 agosto 2016.

Publicity chair di conferenze internazionali

- 13th Int. Workshop on Security and Trust Management (STM 2017), Oslo, Norvegia, 14–15 settembre 2017.

Revisore per conferenze internazionali

- Int. Conf. on Computing, Analytics and Networks (ICAN 2017), Chandigarh, India, 27–28 ottobre 2017.
- IEEE Int. Conf. On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon 2017), Bengaluru, India, 17–19 agosto 2017.
- 21st Pacific Asia Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining 2017 (PAKDD 2017), Jeju Island, Corea, 23–26 maggio 2017.
- 1st Int. Conf. on Innovations in Electrical, Information and Communication Engineering (ICIEICE 2017), Thottiam, India, 24–25 marzo 2017.
- 10th IEEE Int. Conf. on Open Source Systems and Technologies (ICOSST 2016), Lahore, Pakistan, 15–17 dicembre 2016.
- 2nd IEEE Int. Symp. on Systems Engineering (ISSE 2016), Edinburgo, Scozia, 4–5 ottobre 2016.
- 2nd Int. Symp. on Intelligent Systems Technologies and Applications (ISTA 2016), Jaipur, India, 21–24 settembre 2016.

6.2 Attività editoriale

Membro del comitato editoriale di riviste internazionali

- Springer Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing (AIHC)
- The International Journal of Neural Systems Engineering (IJNSE)

Revisore per riviste internazionali

- IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems (TSMC:S)
- IEEE Transactions on Information Forensics and Security (TIFS)
- Elsevier Pattern Recognition Letters (PRL)
- Springer Soft Computing (SOCO)
- IOS Journal of Computer Security (JCS)
- Journal of Low Power Electronics and Applications (JLPEA)

7. Altre attività

7.1 Premi e riconoscimenti

L'Academic Programs Team di NVIDIA ha selezionato la sua proposta di progetto "Deep Learning and CUDA for advanced and less-constrained biometric systems" come avente rilevante interesse per la comunità accademica e lo ha premiato nel marzo 2017 con una GPU, nella fattispecie una GeForce Titan X Pascal, donata all'Università degli Studi di Milano.

7.2 Seminari su temi di ricerca

- "Research, development, and dissemination activities", ABC4EU 2nd Technical Review, Bruxelles, Belgio, 8 marzo 2017.
- "Problems tackled, pilot testing, ethical issues", ABC4EU Technical Board Meeting, Barcellona, Spagna, 13 dicembre 2016.

7.3 Partecipazione in qualità di relatore a conferenze internazionali

- "Enhancing the performance of multimodal Automated Border Control systems", 15th Int. Conf. of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG 2016), Darmstadt, Germania, 22 settembre 2016.
- "Biometric Information fusion and accuracy test in ABCs", European Association for Biometrics – Research Projects Conf. (EAB-RPC 2016), Darmstadt, Germania, 20 settembre 2016.

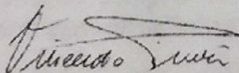
La presente relazione, non contiene dati sensibili e dati giudiziari di cui all'art. 4, comma 1, lettere d) ed e) del D.Lgs. 30.6.2003 n. 196.
Si autorizzo la pubblicazione della relazione annuale sul sito web del Dipartimento.

Firmato (in stampatello) NOME ANGELO.....COGNOME GENOVESE

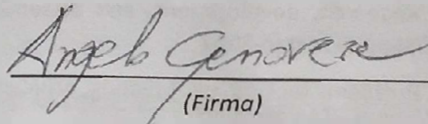
Data 05/07/2017

Il Responsabile Scientifico

L'Assegnista di Ricerca



(Firma)



(Firma)