



RECaS BARI



Newsletter ReCaS-Bari - N.13 Gennaio/Febbraio/Marzo 2018 www.recas-bari.it

Questo e i numeri precedenti della Newsletter ReCaS-Bari sono disponibili [qui](#).

In questo numero:

- ReCaS-Bari e la misure degli elettroni cosmici effettuata dall'esperimento spaziale DAMPE
- Il ruolo di ReCaS-Bari nello studio dell'atrofia cerebrale nella malattia di Alzheimer
- Lo studio dei geni responsabili di malattie ereditarie complesse trae vantaggio dalla disponibilità di ReCaS-Bari
- ReCaS-Bari al kickoff meeting del progetto EOSC-Hub
- ReCaS-Bari al kickoff meeting congiunto dei progetti DEEP-Hybrid DataCloud e XDC - eXtreme DataCloud
- Visite guidate al data center ReCaS-Bari
- Crediti

ReCaS-Bari e la misure degli elettroni cosmici effettuata dall'esperimento spaziale DAMPE

Il 29 novembre 2017 è stato pubblicato su Nature un importante risultato conseguito dall'esperimento spaziale DAMPE a cui partecipano ricercatori della Sezione di Bari dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare insieme a colleghi del Dipartimento Interateneo di Fisica "M. Merlin" dell'Università di Bari "Aldo Moro" e del Politecnico di Bari.

DAMPE (*D*ark *M*atter *P*article *E*xplorer) è un rivelatore di particelle e raggi gamma cosmici realizzato da una collaborazione internazionale di Università ed Enti di ricerca cinesi, svizzeri e italiani, tra cui la Sezione di Bari dell'INFN con Fabio Gargano e Mario Nicola Mazziotta e l'Università di Bari con Piergiorgio Fusco e Francesco Loparco. Dopo la costruzione dello strumento e la verifica delle sue prestazioni effettuata al CERN di Ginevra, DAMPE è stato lanciato dal Deserto del Gobi in Cina il 17 dicembre 2015 e da allora orbita intorno alla Terra a una quota di circa 500 km, inviando ai ricercatori i dati delle sue osservazioni. L'elemento più innovativo dell'esperimento è il calorimetro da 31 lunghezze di radiazione, profondità mai raggiunta negli esperimenti su satellite; altri elementi caratterizzanti dell'apparato sono il tracciatore a silicio-tungsteno, il sistema di scintillatori plastici e il rivelatore di neutroni.

Il risultato pubblicato su Nature descrive i risultati di una misura diretta dello spettro energetico degli elettroni e dei positroni cosmici da 25 GeV a 4.6 TeV con una

risoluzione senza precedenti che ha confermato una marcata variazione di pendenza al di sopra di 0.9 TeV. Una migliore conoscenza del comportamento degli elettroni e dei positroni cosmici di alta energia può portare informazioni sia sui decadimenti e le interazioni della Dark Matter o “materia oscura”, sia sulla presenza e sui meccanismi di funzionamento di sorgenti, come le pulsar, che potrebbero trovarsi a distanze relativamente piccole dal nostro sistema solare.



Un importante contributo a questa ricerca è stato dato da ReCaS-Bari, che ha fornito le sue risorse sia per l'intensa campagna di simulazioni Monte Carlo, indispensabili per poter studiare le prestazioni del rivelatore, sia per l'analisi della grande mole di dati raccolti.

Questo lavoro si colloca nel solco della tradizione del gruppo di ricerca in fisica astroparticellare di Bari da sempre in prima linea nelle ricerche di frontiera nel campo della fisica delle alte energie.

Il ruolo di ReCaS-Bari nello studio dell'atrofia cerebrale nella malattia di Alzheimer

La malattia di Alzheimer è una malattia neurodegenerativa irreversibile che comporta la graduale perdita di funzioni verbali, logiche e cognitive. Si stima che oltre 115 milioni di persone saranno affette da Alzheimer entro il 2050. Attualmente non è possibile fornire una diagnosi di Alzheimer in vivo e quindi né prevenire né curare la malattia. Tuttavia negli ultimi anni la ricerca scientifica ha permesso di individuare nelle immagini da risonanza magnetica (MRI) alcuni importanti biomarcatori utili per monitorare il decorso della malattia. Fra i segni precoci della malattia di Alzheimer in particolare è stata recentemente riconosciuta l'importanza dell'atrofia cerebrale (si veda la Figura 1).

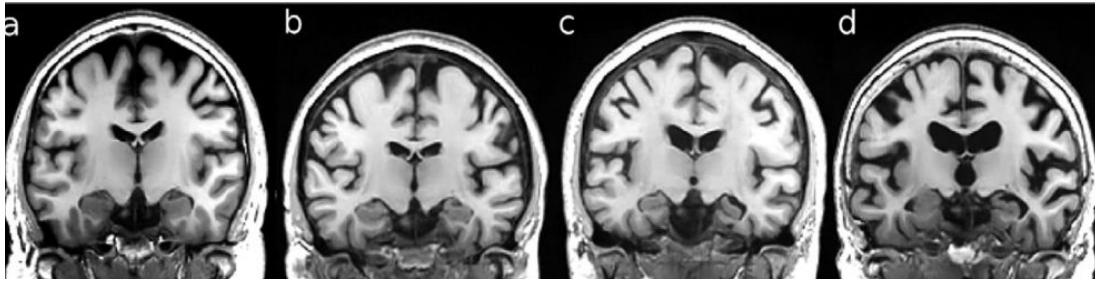


Figura 1. Immagini di risonanza magnetica cerebrale a 1.5 Tesla mostrano gradi di atrofia cerebrale variabili: (a) assente, (b) lieve, (c) moderata e (d) severa.

Rivelare e quantificare tali processi neurodegenerativi, possibilmente con anni di anticipo, rappresenta la sfida principale lanciata dal neuroimaging. La complessità della singola immagine cerebrale, unita alla variabilità delle immagini delle coorti utilizzate per gli studi, porta alla necessità di sviluppare tecniche innovative in grado di elaborare migliaia di immagini di risonanza magnetica in parallelo al fine di estrarne le informazioni rilevanti ed eventualmente individuare biomarker significativi per la diagnosi precoce. In questo panorama si inseriscono le competenze della comunità di ricerca nel settore della fisica, tradizionalmente abituata ad elaborare enormi moli di dati, come avviene negli esperimenti di fisica delle alte energie. L'accesso ai moderni supercomputer offre oggi delle soluzioni che anche solo dieci anni fa non era possibile neppure immaginare.

In particolare, il gruppo di Fisica Medica (UNIBA-INFN) ha ideato un metodo che descrive il cervello come una rete di elementi interagenti tra loro, come ad esempio le ben note reti sociali Facebook o Twitter (si veda la Figura 2); studiando le connessioni cerebrali e confrontando quelle dei soggetti sani con quelle dei malati di Alzheimer sono emerse differenze significative tali da rivelare (con un'accuratezza dell'84%) l'insorgenza della malattia, fino a 9 anni di anticipo [1].

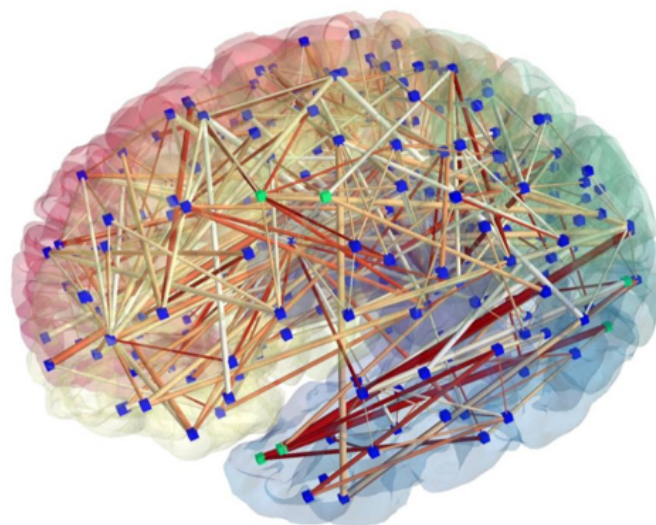


Figura 2. Una rappresentazione figurativa del cervello e dei suoi diversi distretti anatomici con le relative connessioni

Studiare le connessioni cerebrali richiede la definizione di centinaia/migliaia di caratteristiche fisiche che è possibile misurare a partire dal modello di rete. Per poter tenere in conto l'effetto di tutte queste misure e costruire un modello che consenta di distinguere gli effetti della malattia è necessario l'ausilio della cosiddetta "intelligenza artificiale" e di ingenti risorse computazionali. Questo studio è stato reso possibile dall'accesso ai moderni supercomputer del data center ReCaS-Bari. In particolare, la computer farm HTC ha permesso di addestrare e testare l'algoritmo sviluppato su decine di immagini grazie all'utilizzo contemporaneo di numerose unità di CPU-core e svariati GigaByte di memoria RAM per ogni singola elaborazione. È evidente come l'utilizzo di ReCaS-Bari e del calcolo distribuito permetta di ottimizzare al meglio i tempi di elaborazione che altrimenti sarebbero drasticamente superiori. La possibilità di utilizzare tecnologie allo stato dell'arte in campo informatico potrà supportare la diagnosi precoce della malattia di Alzheimer e auspicabilmente sviluppare nuove terapie. I risultati scientifici ottenuti hanno ricevuto una vasta eco nella stampa internazionale, tra cui il The Times: la rassegna stampa delle notizie apparse su questa ricerca sono visionabili in [2].

[1] Amoroso et al., Brain structural connectivity atrophy in Alzheimer's disease, (2017), <https://arxiv.org/abs/1709.02369>

[2] <http://medphysics.ba.infn.it/index.php/archivio-video/newspapers-links>

Lo studio dei geni responsabili di malattie ereditarie complesse trae vantaggio dalla disponibilità di ReCaS-Bari

È ipotesi consolidata che il rischio di malattie ereditarie complesse sia associato a diversi geni interagenti e organizzati in moduli o comunità, la cui identificazione è la chiave per far luce sulla biologia delle malattie cerebrali. In questo ambito risulta di fondamentale importanza il ruolo assunto dalla co-espressione genica, che studia le comunità genetiche che possono essere rilevanti per le malattie psichiatriche come la schizofrenia. Tuttavia, è cruciale che il numero di geni contenuto in queste comunità, non sia eccessivamente alto, perché gruppi di centinaia o migliaia di geni non forniscono informazioni biologiche significative. In questo studio condotto dal gruppo di Fisica Medica (UNIBA-INFN) e dal gruppo di ricerca guidato dal Prof. Bertolino (UNIBA) si è studiata la co-espressione genica specifica del cervello in una regione, la corteccia dorso-laterale prefrontale, coinvolta nella fisiologia della schizofrenia. In particolare lo studio si è focalizzato sul gene DRD2 che codifica per il recettore della dopamina D2 ed è un candidato ottimale per indagare l'architettura genetica dei percorsi molecolari correlati alla schizofrenia. Lo scopo della ricerca è stato quello di trovare una comunità di geni fortemente connessi al DRD2 e con una funzione biologica comune. È stata sviluppata una metodologia innovativa ed originale al fine di trovare una comunità stabile e fortemente connessa contenente il gene target. Il

modello sviluppato consente di studiare una rete in cui le connessioni sono rappresentate da misure di correlazione tra espressioni geniche, mentre i nodi sono rappresentati dai geni stessi.

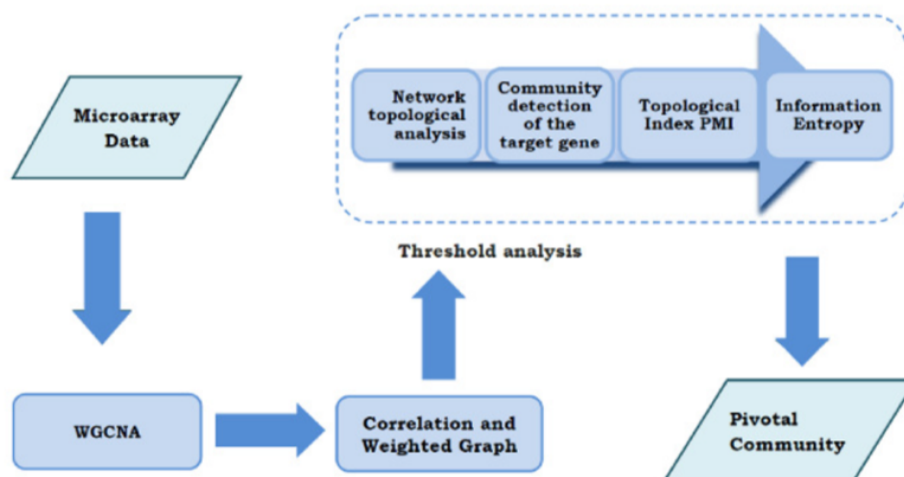


Figura 3. Flowchart relativo alla pipeline di analisi implementata.

L'approccio utilizzato ha combinato la teoria dei grafi con la teoria dell'informazione di Shannon. In Figura 3 è mostrato il flowchart della metodologia di analisi sviluppata. La comunità del DRD2 individuata comprende 28 geni, rappresentando una considerevole riduzione rispetto alle migliaia di geni inizialmente trattati. In Figura 4 è mostrata la comunità del gene DRD2 individuata (pallini rossi). I risultati sinora ottenuti costituiscono la base di partenza per la successiva validazione biologica dei geni individuati, al fine di verificare la loro reale attinenza alla schizofrenia e allo sviluppo di nuove tecniche di supporto alla diagnosi ed alla prevenzione, fino magari a giungere un giorno ad una cura.

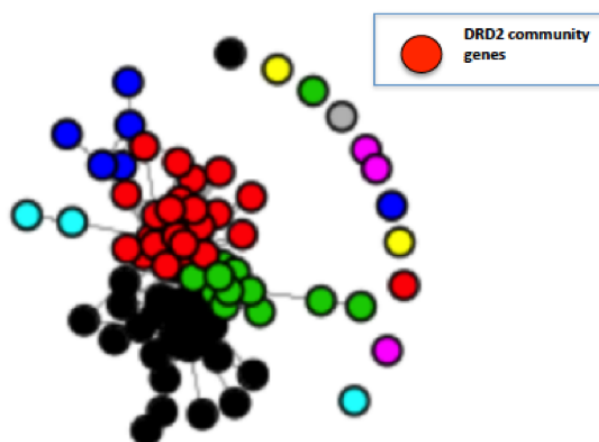


Figura 4. Schematizzazione della rete di co-espressione genica. In rosso sono indicati i geni relativi alla comunità del DRD2 trovata.

Studi come quelli appena descritti, focalizzati sullo studio dei geni responsabili di malattie ereditarie complesse, presuppongono l'analisi di una quantità ingente di dati di grossa cardinalità e complessità. L'utilizzo di data center e risorse distribuite rappresenta l'unico modo per elaborare dati così complessi. In quest'ottica il data center ReCaS-Bari, con la sua farm HTC, è risultato fondamentale per lo sviluppo e l'implementazione della metodologia di analisi descritta. In questa maniera è stato possibile eseguire contemporaneamente centinaia di elaborazioni tra loro indipendenti, usando il batch system HTCondor, con l'utilizzo di numerosi CPU-core e svariati GigaByte di memoria RAM per ogni singola elaborazione. È risultato evidente che l'utilizzo della gestione distribuita delle elaborazioni richieste dall'algoritmo ha permesso di ottimizzare al meglio i tempi necessari per l'analisi dei dati. Si è calcolato che l'utilizzo del data center ha ridotto di oltre dieci volte i tempi di esecuzione dell'intera procedura di analisi dei dati. Le ricerche descritte hanno trovato diffusione internazionale nella pubblicazione scientifica [1].

[1] Monaco A, Monda A, Amoroso N, Bertolino A, Blasi G, Di Carlo P, Papalino M, Pergola G, Tangaro S, Bellotti R. (2018) A complex network approach reveals a pivotal substructure of genes linked to schizophrenia. PLoS ONE 13(1): e0190110.

ReCaS-Bari al kickoff meeting del progetto EOSC-Hub



EOSC-hub

Il progetto EOSC-hub, coordinato dalla EGI Foundation, è iniziato ufficialmente il 1° gennaio 2018. EOSC-hub, attraverso un Consorzio costituito da 100 partner provenienti da più di 50 nazioni, connette un grande numero di fornitori di servizi sia nazionali che internazionali attraverso un sistema di integrazione e gestione della futura EOSC, chiamato "Hub". Esso funge da punto di contatto centrale tra i ricercatori europei e i fornitori di servizi informatici innovativi e consente di individuare e utilizzare una grande varietà di servizi per la cosiddetta "data-driven research".

Attraverso l'Hub, che ha l'esplicito scopo di ridurre la frammentazione dei tanti servizi scientifici ICT oggi esistenti in Europa, diversi fornitori sia di servizi informatici sia di tecnologie provenienti inizialmente dalla Federazione EGI, da EUDAT e dal progetto INDIGO-DataCloud, ma successivamente anche da altre infrastrutture di ricerca europee rilevanti, verranno interconnessi per fornire un catalogo comune di servizi e dati per la ricerca.

Per i ricercatori questo significa avere accesso a un vasto insieme di servizi di

supporto alla loro ricerca e alla collaborazione con altre discipline scientifiche a livello internazionale.

L'INFN è uno dei partner principali del progetto e, oltre al supporto per numerose componenti sviluppate nel progetto INDIGO-DataCloud, contribuisce a varie attività strategiche, tra cui la responsabilità del coordinamento tecnico.

Dall'8 al 12 Gennaio si è tenuto il kickoff meeting del progetto presso l'Amsterdam Science Park.

Al meeting hanno partecipato circa 145 ricercatori e tecnologi provenienti da più di 70 istituzioni diverse.

Le sessioni organizzate sono state molto utili per creare un clima di collaborazione in modo da cominciare ad organizzare le attività dei vari gruppi di lavoro nel modo più efficace possibile. ReCaS-Bari sarà attivamente coinvolto nel progetto EOSC-Hub, fornendo risorse di calcolo e know-how per mantenere e ospitare diversi servizi della futura European Open Science Cloud a disposizione dei ricercatori europei accreditati.

ReCaS-Bari al kickoff meeting congiunto dei progetti DEEP-Hybrid DataCloud e XDC - eXtreme DataCloud

Il 23-24-25 Gennaio 2018 si è tenuto il *kickoff meeting congiunto dei progetti europei DEEP-HybridDataCloud e XDC - eXtreme DataCloud*, in cui ReCaS-Bari è coinvolto attraverso la partecipazione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Il meeting, tenutosi presso l'Area della Ricerca di Bologna del CNR, ha visto tre giorni di intense riunioni che hanno coinvolto circa 80 partecipanti in rappresentanza di tutti i partner di progetto.

Le sessioni, oltre ad essere state un'occasione per presentare i temi di progetto e le attività dei prossimi mesi, sono servite a delineare aspetti tecnici concreti dei work



package e task, in cui verrà organizzato il lavoro.

Complessivamente, il risultato del meeting è stato decisamente positivo, e ReCaS-Bari auspica di trarre grande giovamento dalla partecipazione ai due progetti, perché le soluzioni che verranno sviluppate sono di grande interesse per la comunità che afferisce al data center, e perché le attività



consentiranno di acquisire un importante know-how su temi di frontiera nella ricerca tecnologica in ambito IT.

Visite guidate al data center ReCaS-Bari

Il data center ReCaS-Bari ha finora ospitato numerose visite guidate della propria struttura, indirizzate a platee di estrazione vasta ed eterogenea.

I mesi passati hanno visto l'alternarsi di classi di scuola superiore, studenti universitari, aziende, esponenti del mondo accademico e della ricerca scientifica, delegazioni di gruppi sperimentali in visita al dipartimento di fisica, esponenti del mondo politico.

A titolo di esempio, citiamo le lezioni/seminario, comprensive di visita al centro, erogate dal personale di ReCaS-Bari nell'ambito dell'insegnamento di informatica per il Corso di Laurea in Chimica e Tecnologie Farmaceutiche tenute dal professor Enrico Fontana. Nel corso di queste lezioni sono state illustrate le caratteristiche tecniche del centro di calcolo e le attività di ricerca svolte.



Figura 5 - Visita a Recas dell'I.I.S.S. "Publio Virgilio Marone" di Vico del Gargano (Foggia)

Chiunque fosse interessato a prenotare una visita guidata presso ReCaS-Bari può contattare l'indirizzo email support@recas-bari.it.

Crediti

Hanno collaborato a questo numero della newsletter:

Nicola Amoroso, Roberto Bellotti, Stefania Bruno, Fabio Gargano, Marianna La Rocca, Giorgio Maggi, Tommaso Maggipinto, Alfonso Monaco, Stefano Nicotri, Sonia Tangaro.