Iniziative cross-domain

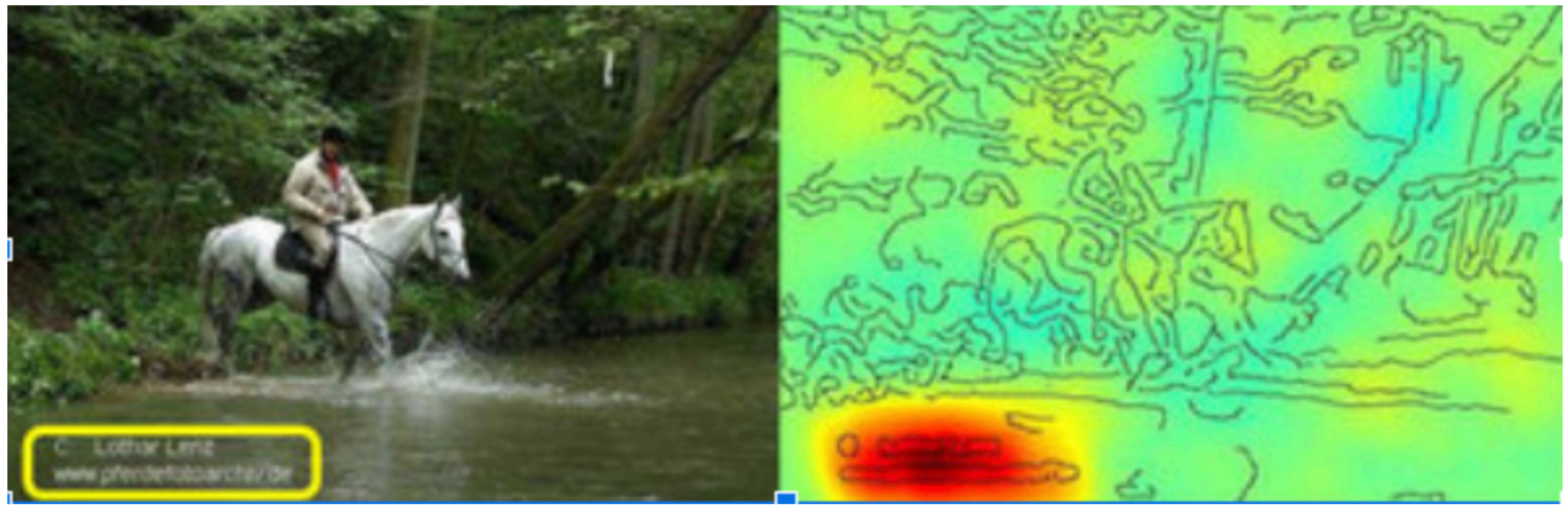
Simone Gennai, INFN Bicocca

Iniziative cross-domain (con “appeal" per l’industria)

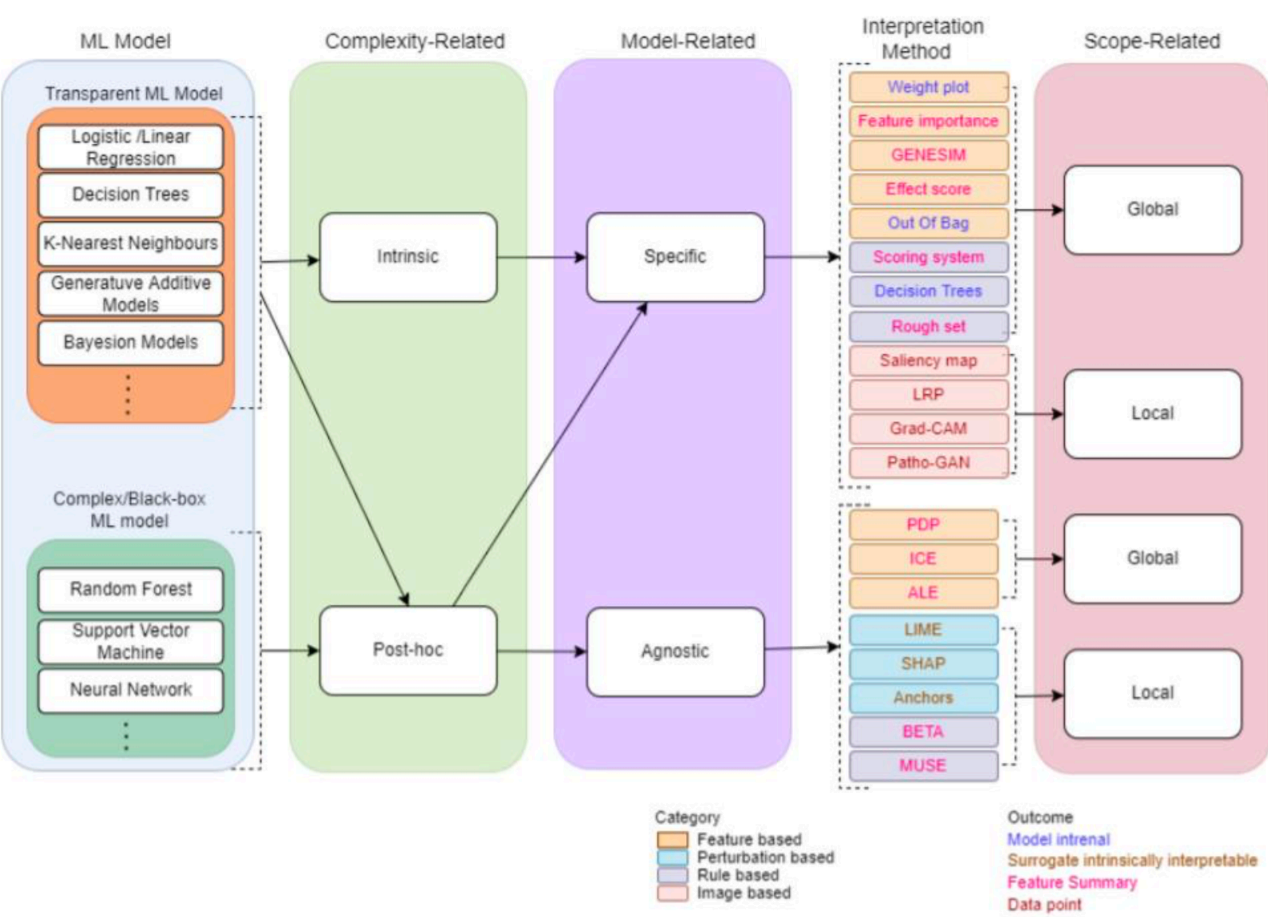
- ## XAI: eXplainable AI
  - Un ramo di AI che utilizza modelli “facilmente" spiegabili all’essere umano per poter interpretare il motivo di una data risposta, e:.g.
    - Perchè un dato evento e’ stato classificato come segnale invece che fondo …
    - … ma anche perche’ l’algoritmo ML della mia banca mi ha rifiutato il mutuo …
    - … o ancora perchè l’algoritmo ha diagnosticato una data malattia … etc. etc.
      - Sta diventando sempre piu’ importante soprattutto al di fuori della fisica delle particelle proprio a casua delle ripercussioni legali che si possono avere quando si basano determinate scelte su algoritmi complessi
- ## DQM: Data Quality Monitoring
  - Nel caso di HEP si tratta del processo che permette di certificare i dati raccolti come “buoni" per l’analisi successiva
  - Può essere di interesse per aziende che si preoccupano di monitorare (o offrire tool per monitorare) il corretto funzionamento dei loro prodotti

Simone.Gennai@cern.ch

eXplainable AI



Source: *https://www.nature.com/articles/s41467-019-08987-4*



SHAP

Source

Attivitá legate a XAI in Italia

- EXPANSION: EXPlainable AI through high eNergy physicS for medical Imaging in ONcology
  - Proposta di PRIN tra Politecnico di Milano, INFN Bicocca e Università/INFN di Perugia
  - Uso di canali di HEP per tuning di algoritmi di XAI da applicare per identificazione di tumori
    - Un PhD sta partendo al Politecnico con una borsa a tema pagata sui fondi PNRR
- MUCCA project (finanziato con un Chist-era grant: CHIST-ERA-19-XAI-009)
  - Filosofia simile al progetto PRIN, l'idea e' di migliorare i tool per XAI tramite analisi dati in diversi domini
  - PI: Stefano Giagu
- Varie attività legate a fisica medica, e.g. gruppo fisica medica università di Bari
  - https://agenda.infn.it/event/29907/contributions/163456/attachments/90346/121687/AI%40INFN_LombardiAngela.pdf
- https://xai-project.eu (ERC da 2.5M Euro)
  - PI: Fosca Giannotti, Scuola Normale Superiore Pisa
  - Uso di XAI con finalità nel sociale e imprese

Simone.Gennai@cern.ch

EXPANSION

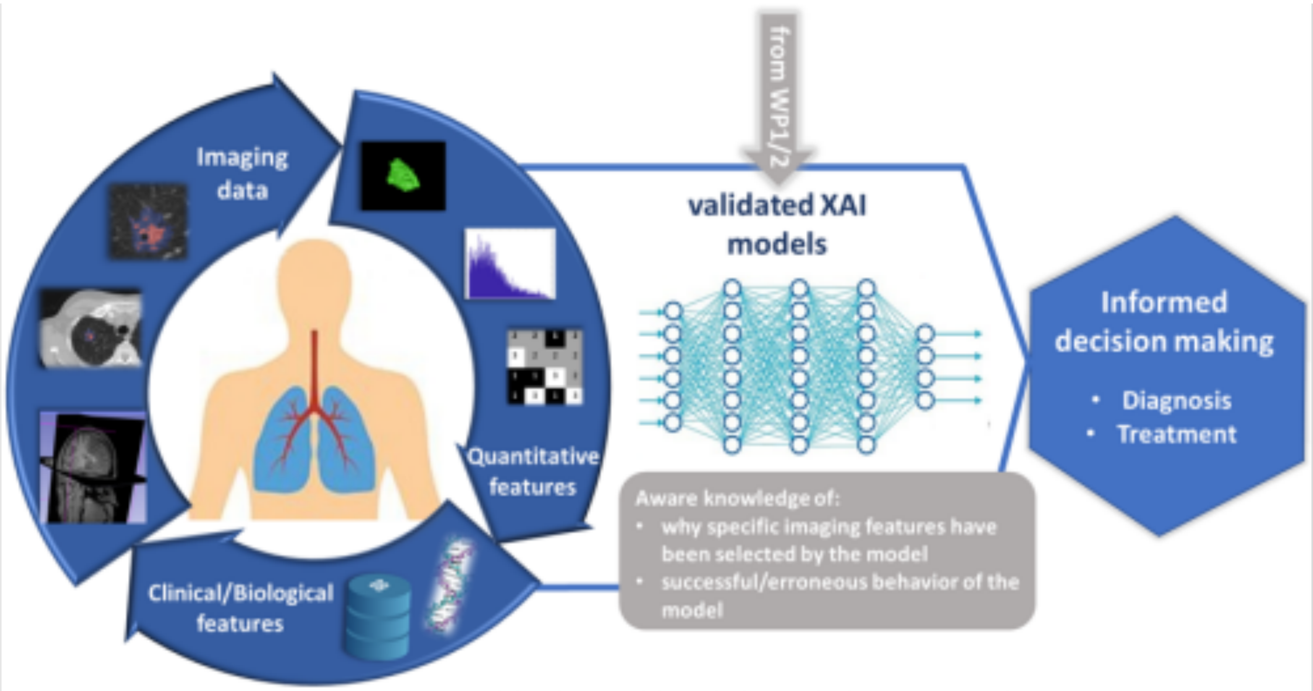


Fig. 2. Validated XAI models applied to medical imaging in oncology.

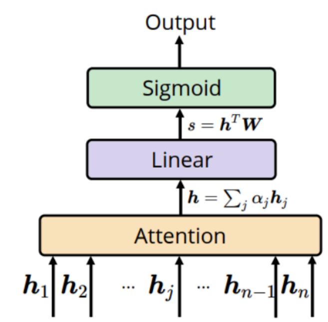


Figure 1: Classification architecture with attention

Start with a sequence: $e_1, \ldots, e_m$ after the LSTM you'll have, $h_{i,j} \in \mathbb{R}^{n \times m}$ which is the encoded representation. A context vector is defined as

$$c_i = \alpha_{i,j} \times h_j$$

Where alpha is the **attention weight** computed as:

$$\alpha_{ij} = \frac{\exp(e_{ij})}{\sum_{k=1}^{T_x} \exp(e_{ik})},$$

eij being parametrized as a feedforward output on the representation.
The weighted context vector is then processed through the sigmoid output

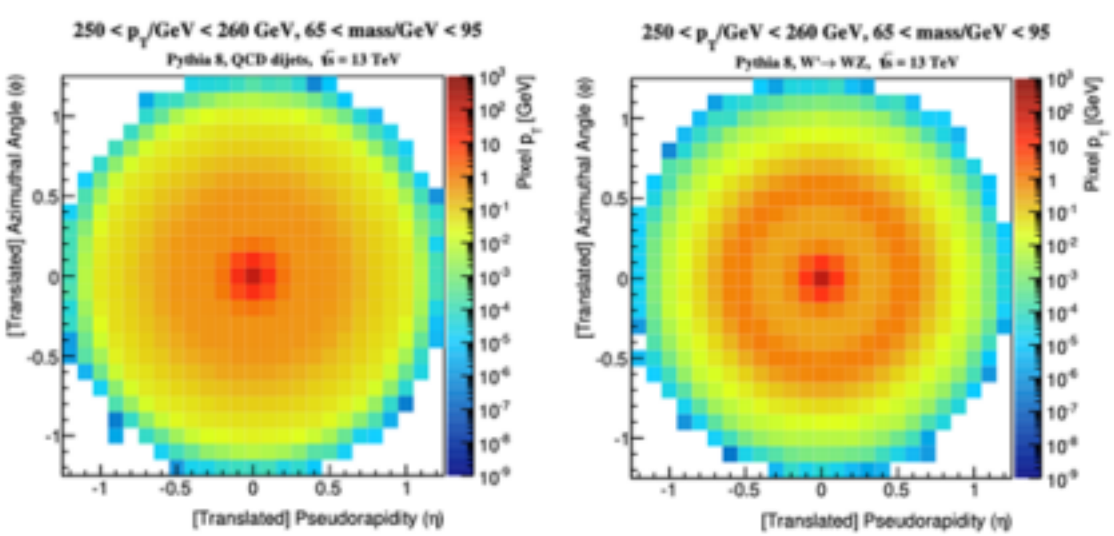


Fig. 3. Average jet images as resulting from treating each particle constituent as a pixel with the color matching the energy scale of the particle. The left plot refers to QCD jets while the right one refers to boosted massive objects, where a different expected pattern distribution of jet constituents are clearly visible [49].

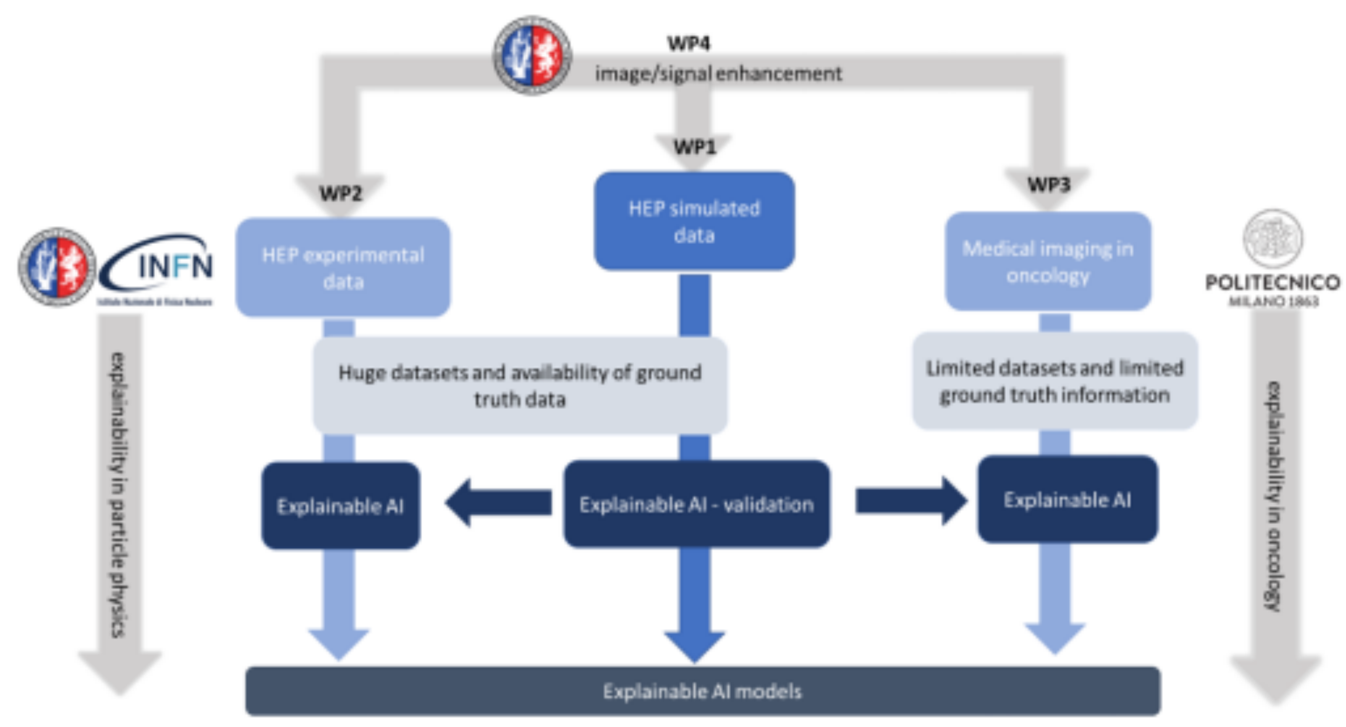


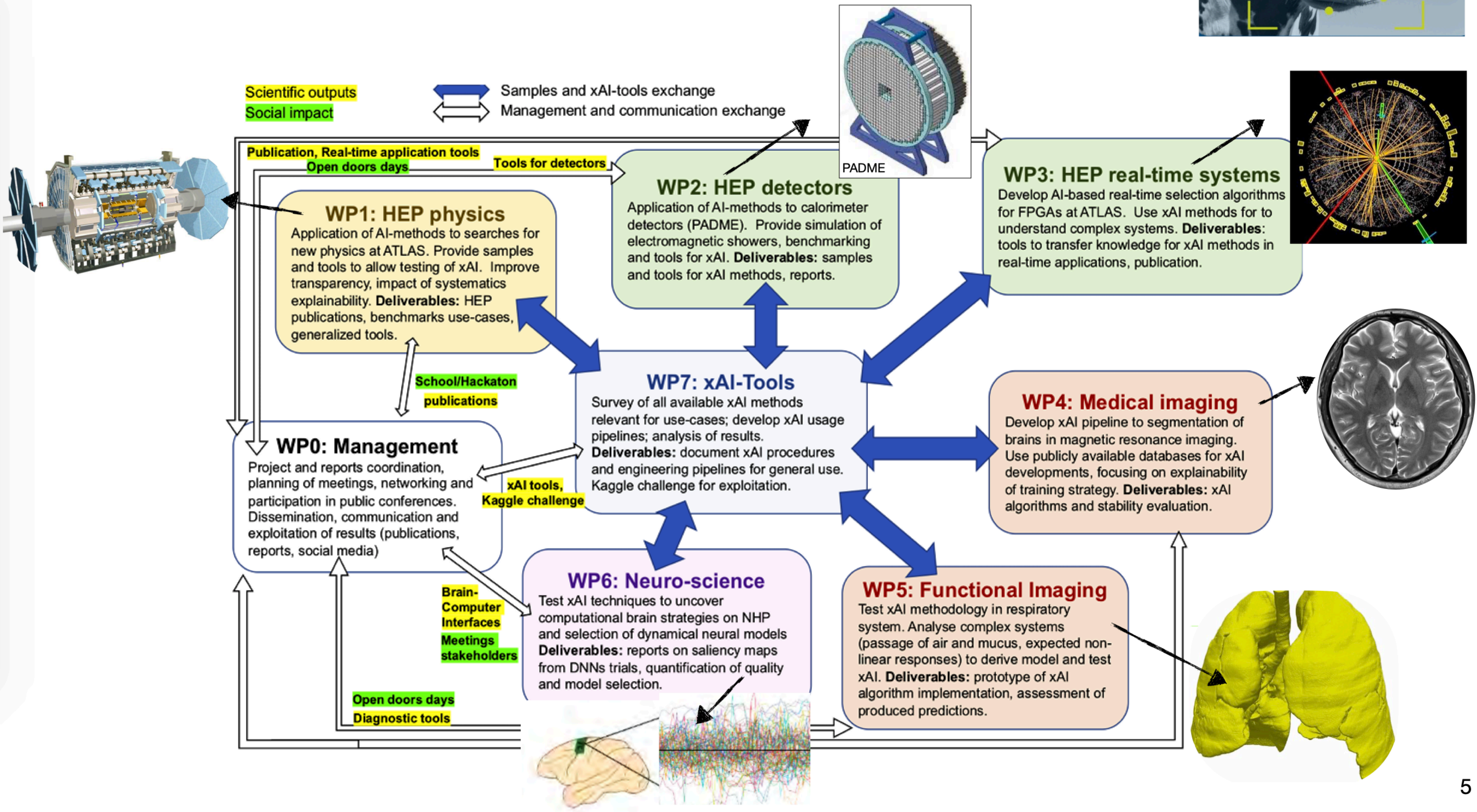
Fig. 1. Structure of the project with research units involved.

Simone.Gennai@cern.ch

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

CHIST-ERA-19-XAI-009

MUCCA

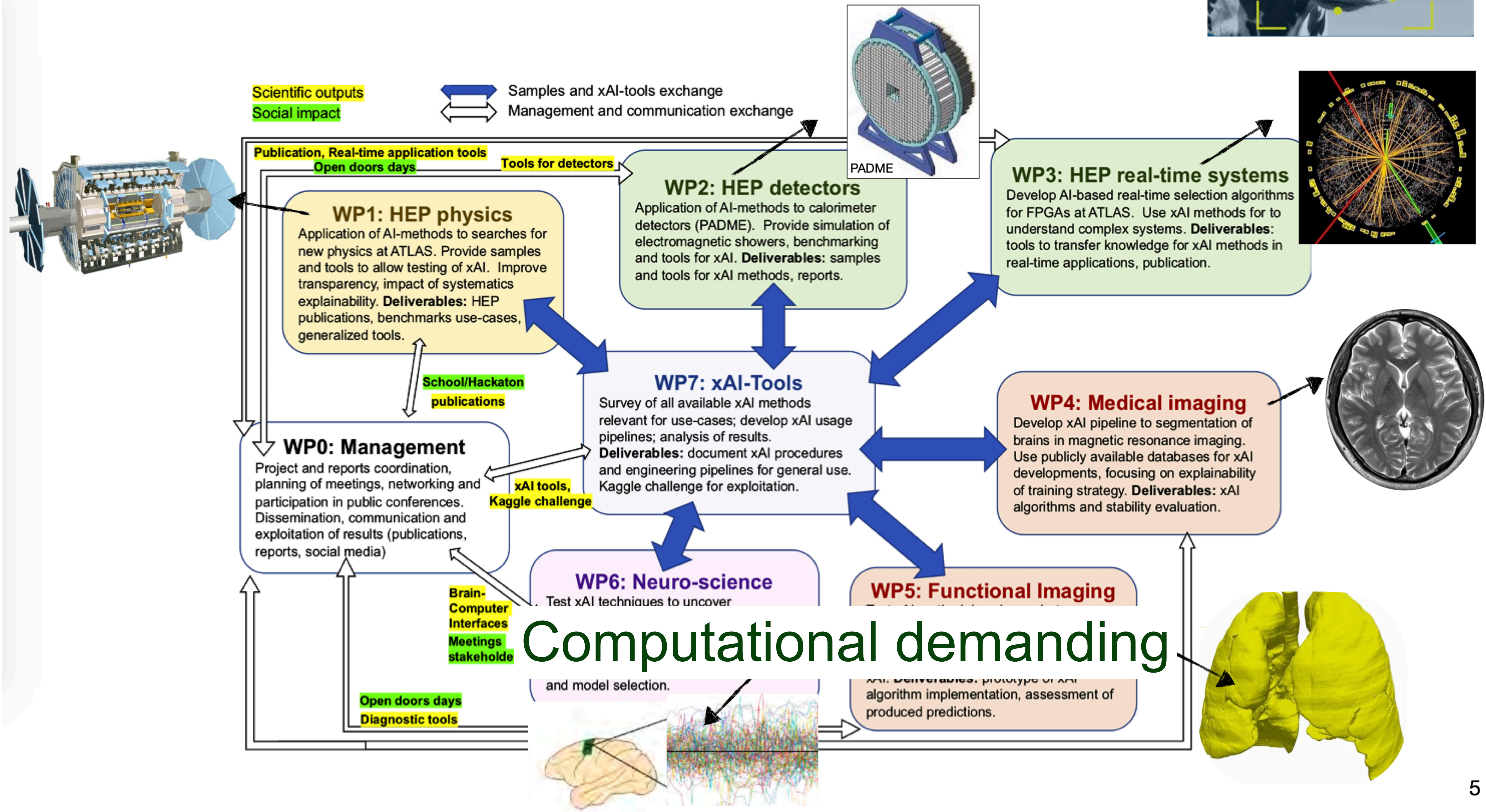


5

Simone.Gennai@cern.ch

MUCCA

CHIST-ERA-19-XAI-009



Computational demanding

Simone.Gennai@cern.ch

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

XAI-Project

SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR THE EXPLANATION OF AI DECISION MAKING.

The XAI project, focuses on the urgent open challenge of how to construct meaningful explanations of opaque AI/ML systems in the context of ai based decision making, aiming at empowering individual against undesired effects of automated decision making, implementing the "right of explanation", helping people make better decisions preserving (and expand) human autonomy.

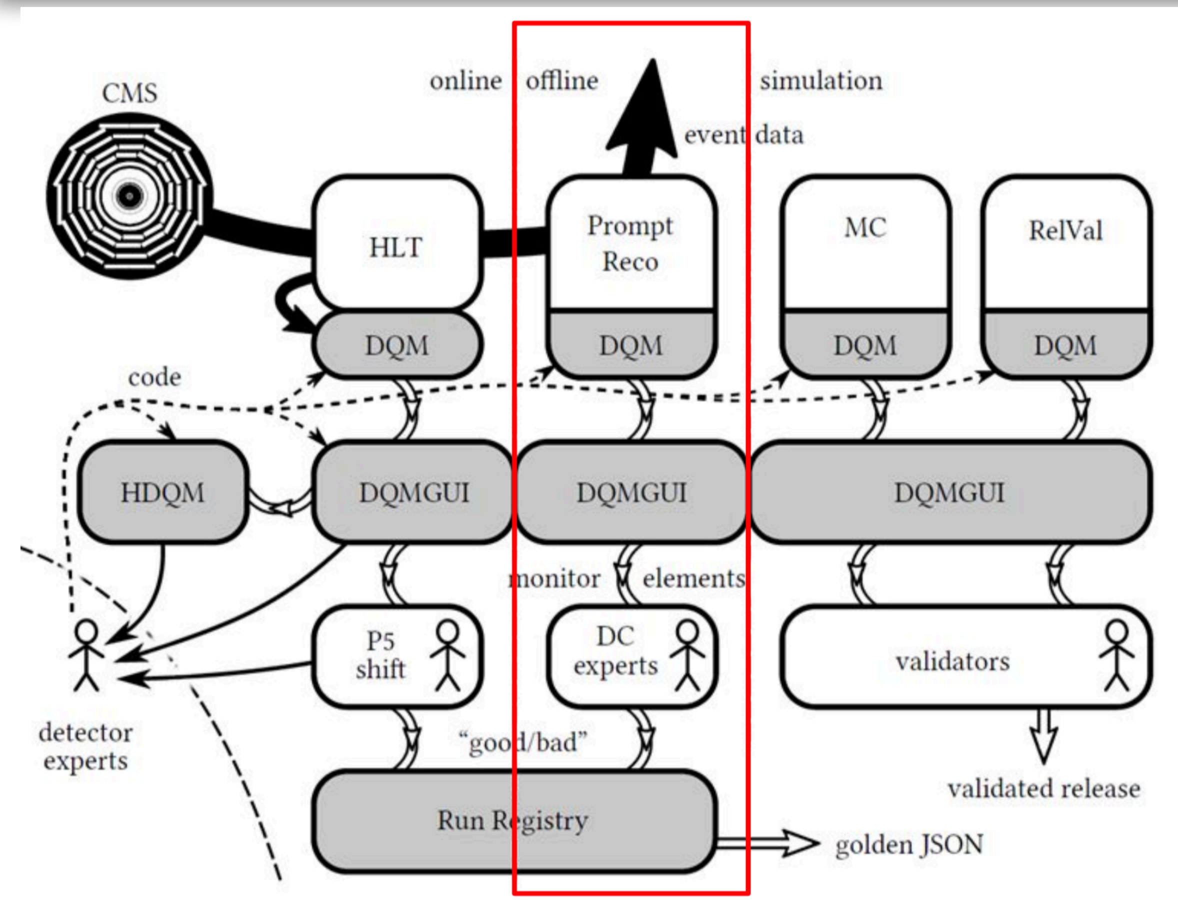
News: Collaborazione tra SNS e intesa San Paolo su Un algoritmo in grado di spiegare il motivo dei suggerimenti commerciali bancari

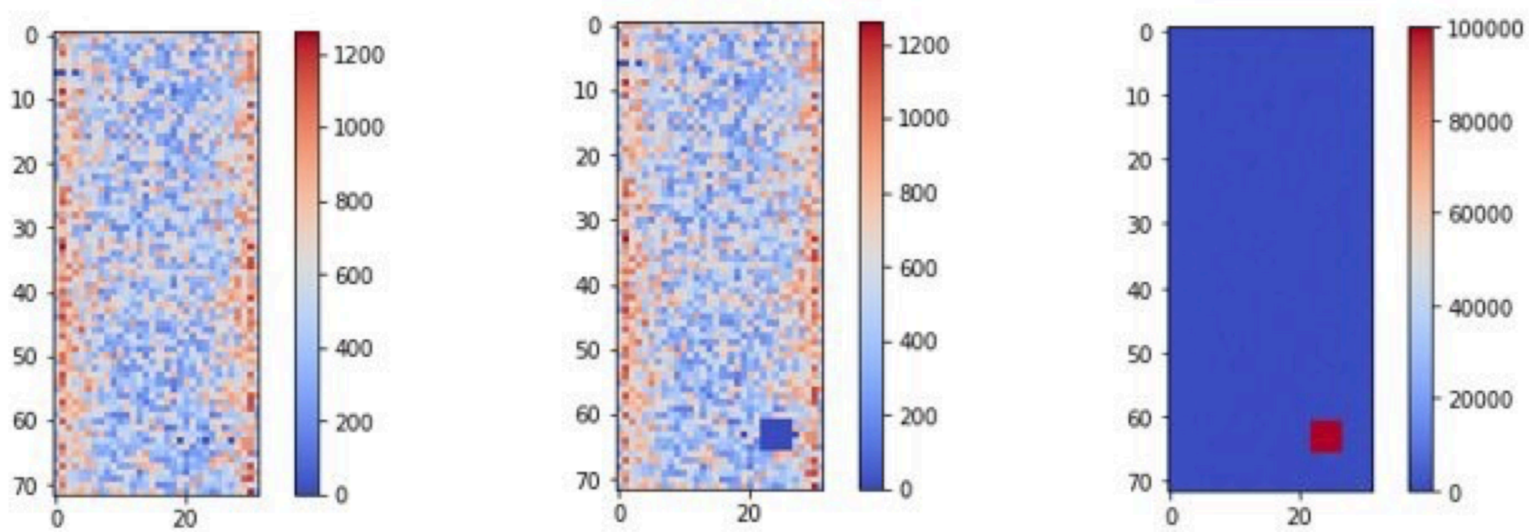
› RESEARCH LINES	1. LOCAL TO GLOBAL	2. CASUAL EXPLANATION	3. PLATFORM XUI	4. CASE STUDIES	5. ETHICS LEGAL

- ☐ Pubblication list: https://xai-project.eu/resources.html#publications
- ☐ More news at : https://xai-project.eu/news.html

Simone.Gennai@cern.ch

Data Quality Monitoring

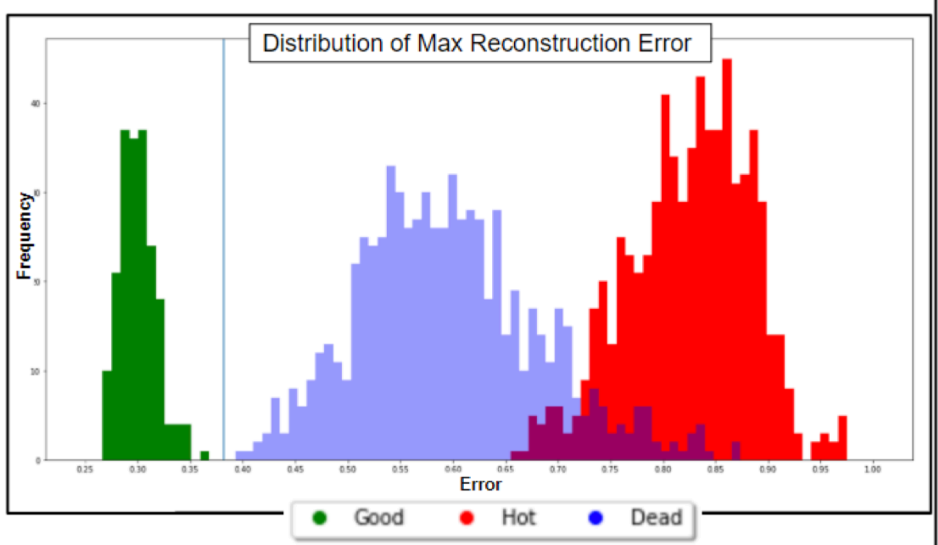


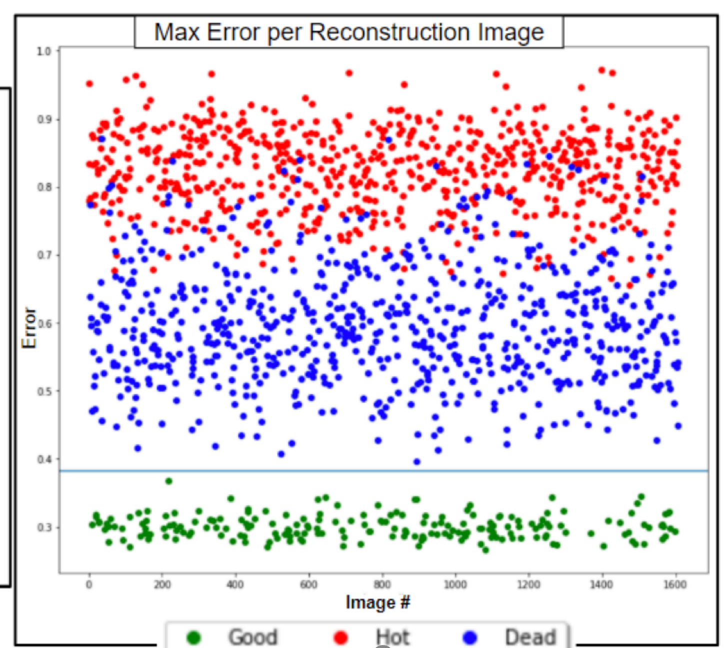


(a) Good Image

(b) Dead Image

(c) Hot Image





L'interesse al momento e'
su certificazioni delle singole LS
Dove condizioni possono variare
durante il Fill di presa dati

Simone.Gennai@cern.ch

Attività in Italia & friends

- Università e INFN Firenze
  - Attività pregressa con Francesco Fiori (che però ha lasciato l'accademia)
  - Interesse a trasferire concetti relativi al domain adaptation alla LS based certification
    - https://arxiv.org/pdf/2207.09293.pdf
- Baker Hughes Inc. (Valentina Gori)
  - Collaborazione con università di Firenze sempre sull'argomento domain adapatation
  - https://arxiv.org/abs/2201.03850
  - https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9870234
- Long standing project with CERN openlab:
  - https://twiki.cern.ch/twiki/bin/viewauth/CMS/ML4DQM
  - Non e' chiaro se il progetto e' ancora in atto, ultimi dettagli sono relativi al 2020 …

Simone.Gennai@cern.ch

Computing needs

- CERN openlab “aveva" una collaborazione con IBM per il ML4DQM-DC
  - IBM metteva a disposizione SW e HW per il training (Minsky cluster)
  - In atto dal 2018 (circa) non e’ chiaro se sia ancora attiva

Hardware

IBM S821LC (8001-12C)
. 8 P8 cores @ 2.32 GHz
. 64 GB DDR4
. 8 TB HDD
. 1 GbE (/ 10 GbE)

IBM S822LC for HPC (8335-GTB)
. 16 P8 cores @ 3.26/3.86 GHz
. 256 GB DDR4
. 4x NVIDIA P100
3584 CUDA cores, 16 GB HBM2
. 4 TB HDD + 1.6 TB NVMe
. IB EDR
. 1 GbE
. Xilinx ADM-PCIE-8K5 (CAPI)

Software

CentOS 7.4 ppc64le
CernVM-FS
NVIDIA CUDA 9.1
IBM PowerAI 1.5
slurm
IBM Spectrum Conductor for Spark & Deep Learning
Impact (in progress)

Simone.Gennai@cern.ch

Testbeds

- XAI
  - Lato HEP clusters di GPU di media grandezza (~8) dovrebbero essere sufficienti
  - Per quanto riguarda il progetto MUCCA:
    - come testbed hanno usato HPC in Sapienza da 400M Euro con ~16 GPU (2PFlop)
    - Alcuni WP (non ancora finalizzati) usano modelli computazionali complessi su fluidodinamica per respirazione e neuroscienze con sensori da cervelli di scimmie, quelli necessitano maggiori potenze computazionali
      - In Sapienza stanno comprando un’altra macchina della Invidia, ma potrebbe arrivare tardi per il progetto,
      - potrebbero servire risorse di calcolo da altri parti
    - Per la parte di FPGA:
      - Per i modelli a bassisima latenza hanno usato le FPGA di ATLAS
      - Per i modelli a latenza piu’ alta, hanno comparato una FPGA di tipo PCIe con i fondi del progetto, ma adesso servirebbero board piú evolute.
        - Possibile punto di contatto con il progetto di Punzi (vedi agenda WP4)
- DQM
  - Quantità di plot da analizzare varia a seconda di quali sub-detector si vogliono monitorare
  - CMS mette a disposizione 110k plot con dati del 2017 con la granularità della LS (23 secondi)
    - Ci sono tool per estrarre i dati dai plot e usarli in formato Pandas DF per il training
    - Maggiori informazioni su : https://twiki.cern.ch/twiki/bin/viewauth/CMS/ML4DQM (non aggiornata dal 2020 …)
  - Necessità di generated labelled samples per quantificare le performance degli algoritmi
    - Bad data is too small …

Simone.Gennai@cern.ch

Back up

Simone.Gennai@cern.ch

The attention mechanism

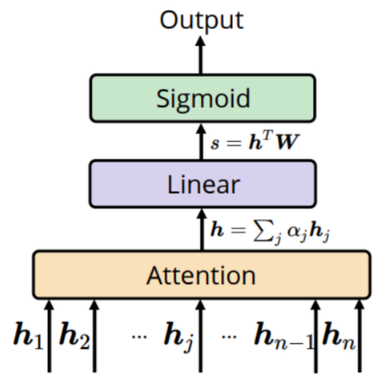


Figure 1: Classification architecture with attention

Start with a sequence: $e_1, \dots, e_m$ after the LSTM you'll have, $h_{i,j} \in \mathbb{R}^{n \times m}$ which is the encoded representation. A context vector is defined as

$$c_i = \alpha_{i,j} \times h_j$$

Where alpha is the **attention weight** computed as:

$$\alpha_{ij} = \frac{\exp(e_{ij})}{\sum_{k=1}^{T_x} \exp(e_{ik})},$$

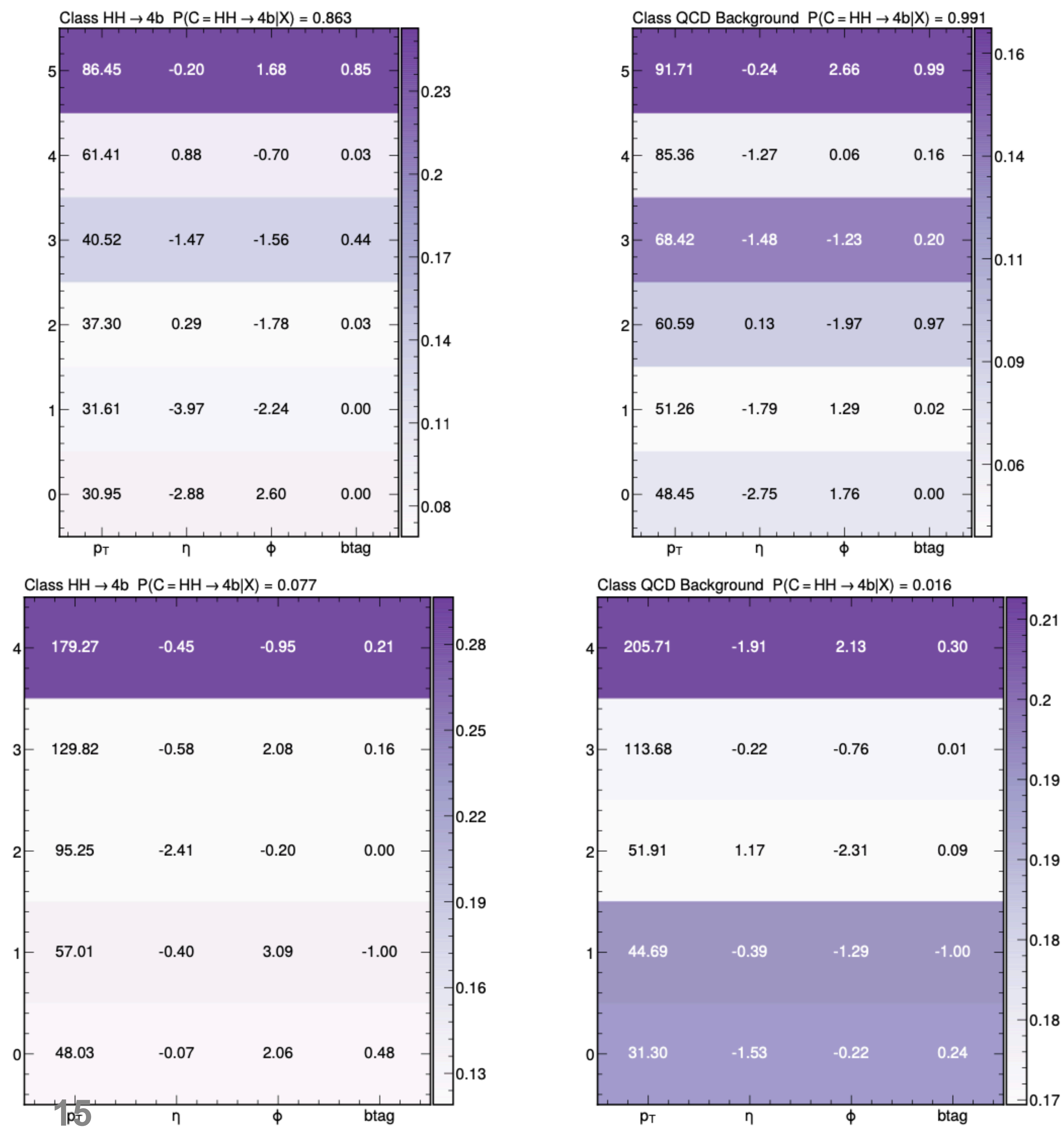
eij being parametrized as a feedforward output on the representation.
The weighted context vector is then processed through the sigmoid output

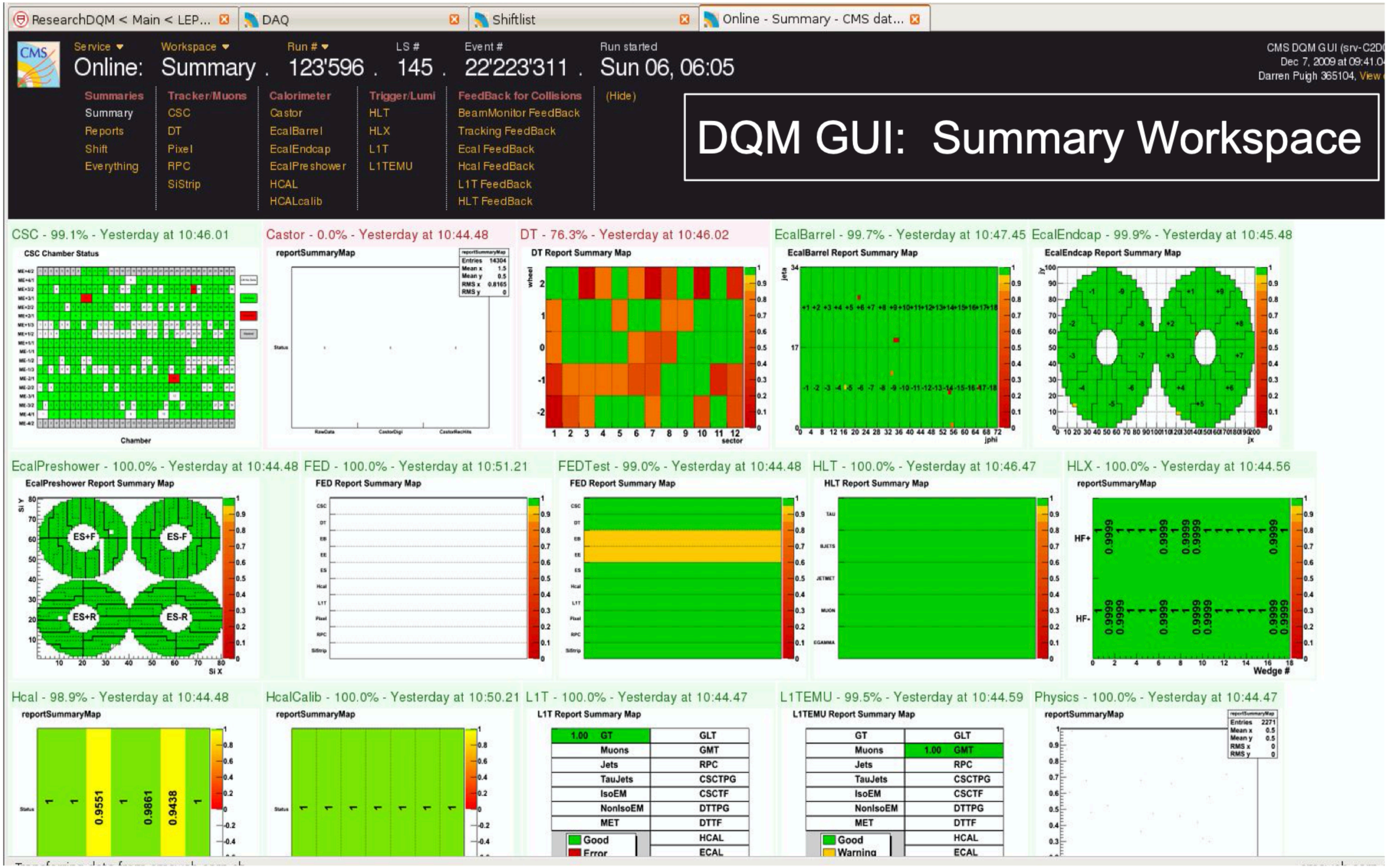
Simone.Gennai@cern.ch

Use of the attention weights to inspect the DNN decision

Giacomo Boldrini

- We can scan the events that has been properly classified (or not)
- and check those jets that mostly drove the decision
  - Signal events have max 1 jet with high attention weight
  - QCD shows larger multiplicity of jets with nearby values of attention weights





Simone.Gennai@cern.ch