

Folosirea metodei rețelelor neuronale in analiza si interpretarea masuratorilor asupra radiatiilor cosmice de mare energie

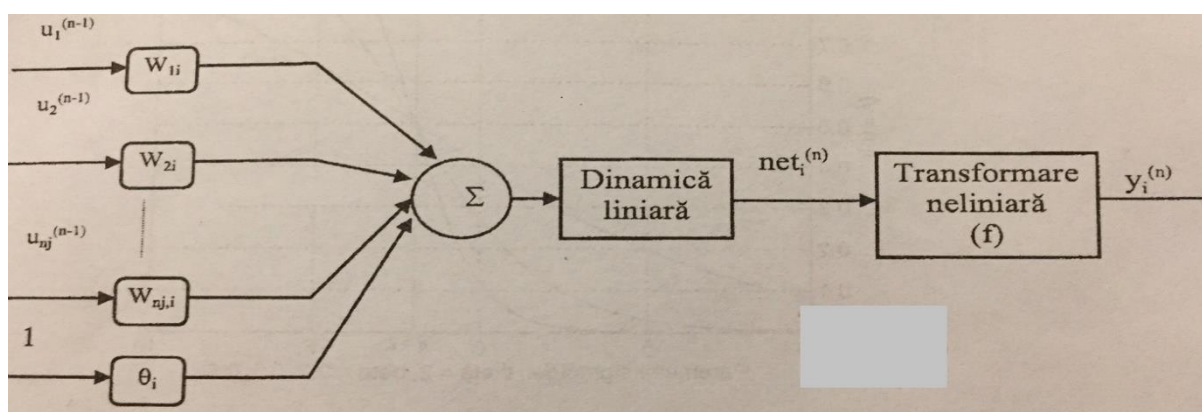
Doctorand: Fiz. Laurentiu-Valentin RADUCANU

Conducator stiintific: CS1 Dr. Habil. Bogdan Mitrica

REȚELE NEURONALE

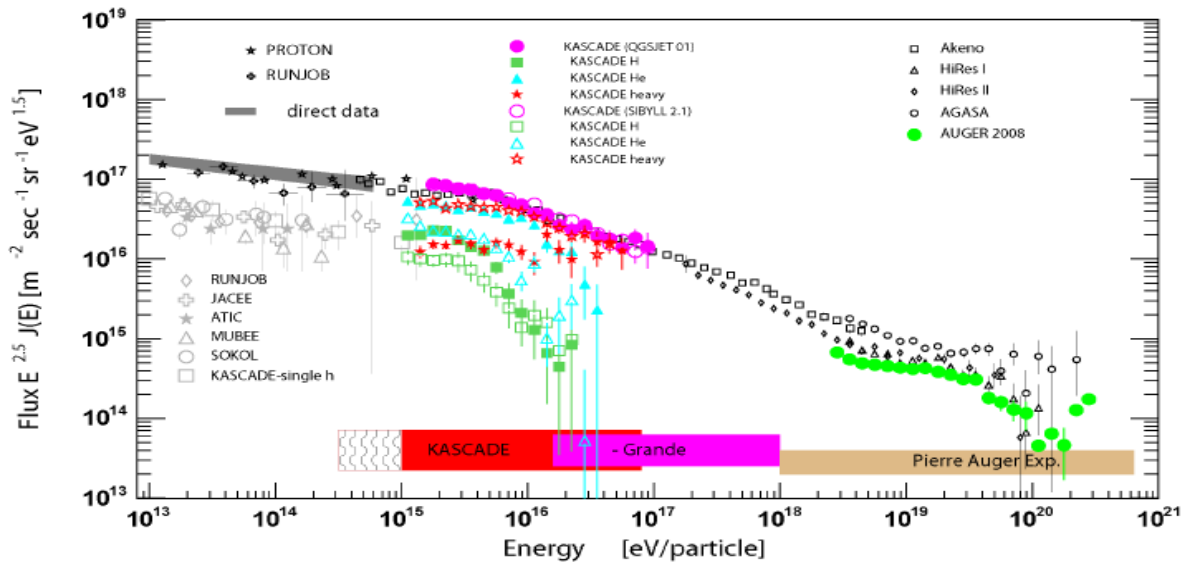
- O Rețea Neuronală este compusă din noduri-neuroni si ponderi-sinapse .
- Scopul folosirii unei astfel de dispozitiv este acela de a implementa o funcție necunosctă sau foarte complicată atunci când se cunosc diferite valori particulare ale acesteia, iar mijlocul prin care se realizeaza acest deziderat consta in gasirea tarii optime a sinapselor din retea .

Înțelegerea modului în care se face acest lucru reiese din studiul elementului constitutiv al Rețelei Nodul-nodul .

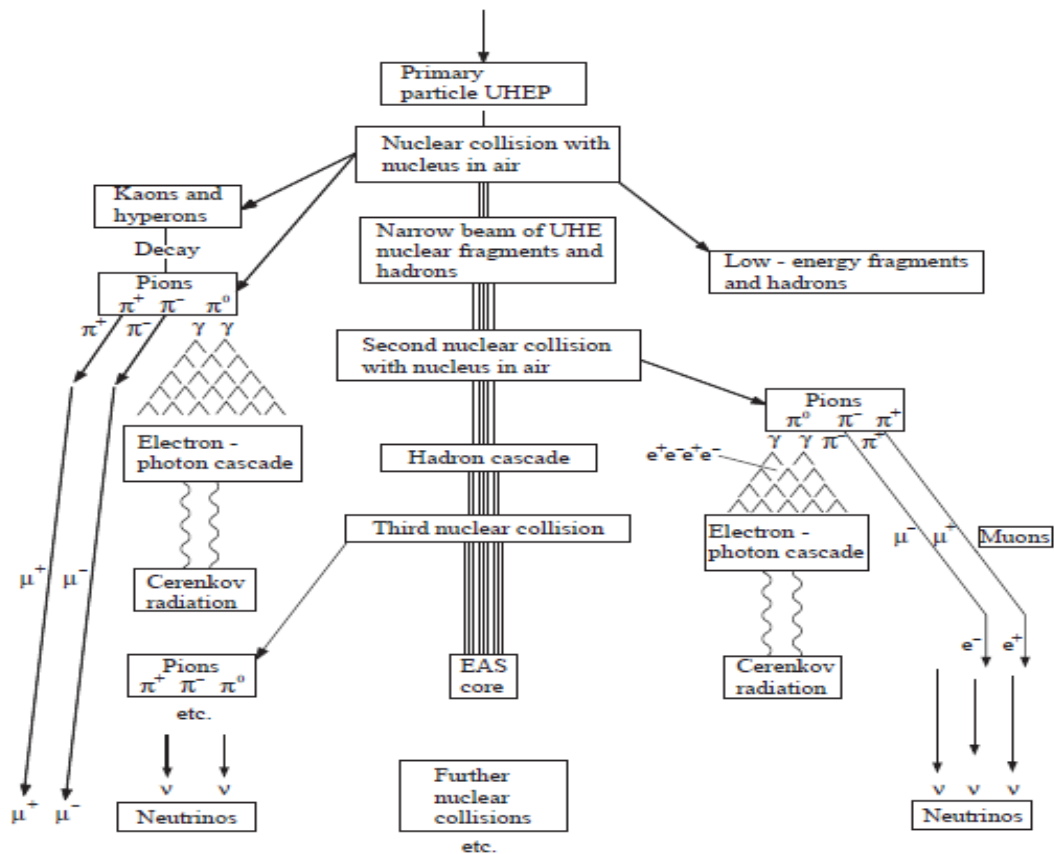


Pe baza modelului biologic al neuronului, nodul este compus din mai multe intrări prin care comunica cu nodurile anterioare lui ,o celula de decizie si mai multe iesiri prin care își semnalează răspunsul nodurilor posterioare.

SPECTRUL RADIAȚIEI COSMICE PRIMARE

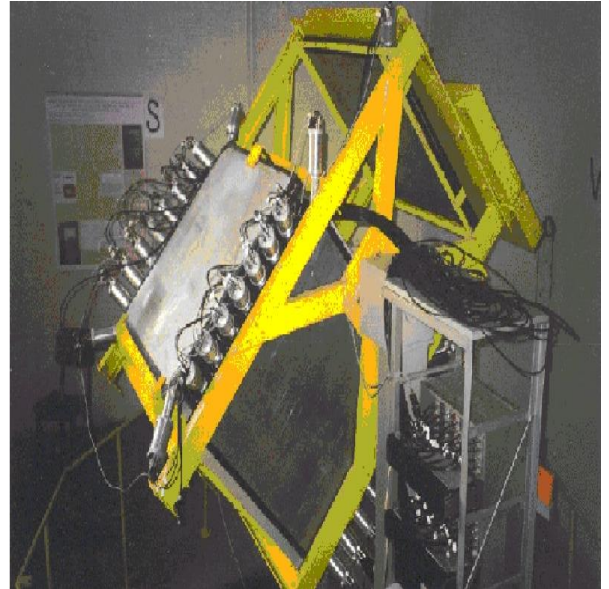
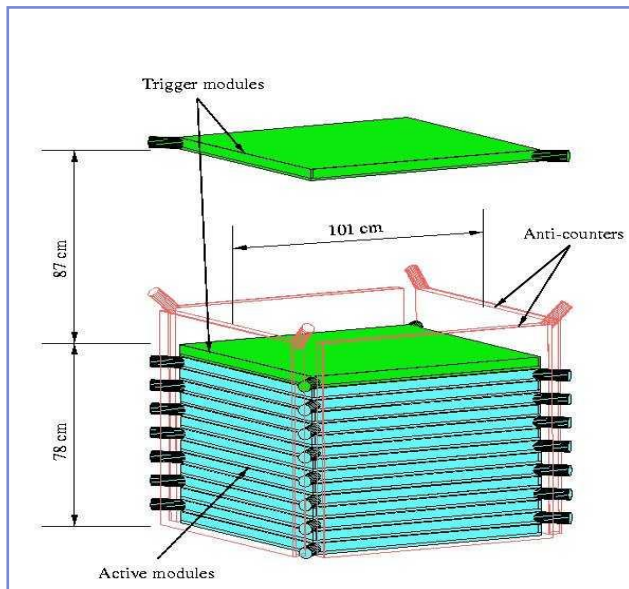


CASCADELE ATMOSFERICE EXTINSE



DETECTORUL WILLI

Detectorul WILLI a fost construit pentru măsurarea fluxului de muoni și a raportului de sarcină muonică la energii $< 1 \text{ GeV}$



PREZENTARE GENERALA

- Analiza datelor experimentale s-a bazat în trecut pe Metoda Probabilității Maxime, care presupune măsurarea numărului și energia perechilor de particule secundare, produse la interacțiile Miuonilor în straturile calorimetrului Willi.
- În calorimetrul Willi eșantionarea cascadelor electromagnetice se face cu 2 lungimi de undă, ceea ce face posibil măsurarea profilului longitudinal al cascadelor electromagnetice (prezentat de pierderile de energie)

DESCRIERE EXPERIMENT

- Experimentul urmărește detectarea cu ajutorul calorimetrului Wili a miuonilor de înaltă energie.
- Rezultatul interacției dintre miuon și calorimetru este format dintr-un vector cu 20 componente (reprezentând cantitățile de energie lasate în materie prin fenomenele caracteristice :generarea de perechi și radiație de frânare la 1TeV).
- **Aceste 20 de valori obținute reprezintă întreaga informație pe care o avem despre Miuonul incident.**
- Datorită erorii intrinseci mari a Metodei Probabilității Maxime , calitatea reconstrucției energetice este foarte slabă.

CONCLUZIE

- Din acest motiv în prezent datele experimentale se analizează folosind un procedeu avansat bazat pe REȚELE NEURONALE.

PREZENTARE GENERALĂ

Pentru investigarea energiilor miuonilor pe cele 20 de straturi scintilatoare ale calorimetrului Willi, ar trebui cunoscută "Funcția de răspuns ", lucru imposibil de realizat .

Din acest motiv, problema trebuie abordată prin modele de interacție (pentru simularea unei surse de μ de energie și direcție dorită), lucru realizabil prin simulări Monte Carlo (cod Geant).

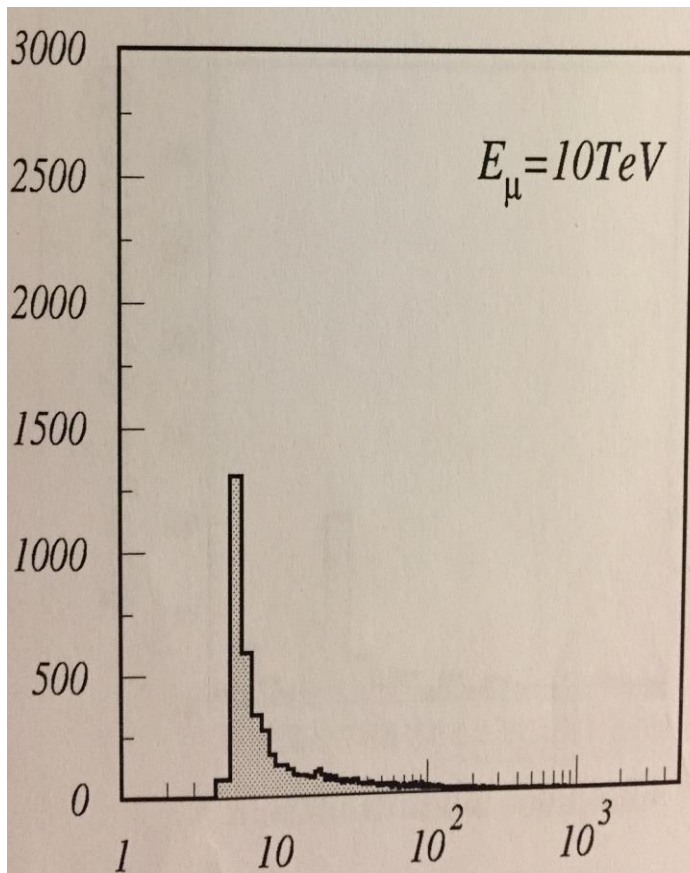
Se poate construi o Bază de Date, formată dintr-un număr mare de evenimente grupate după anumite valori de interes ale energiei miuonilor, și această Bază de Date este utilizată pentru a construi spectrul de energie în zona energiilor $> 1\text{TeV}$, și eliminarea evenimentelor cu energii din intervalul $300\text{GeV}-1\text{TeV}$ (evenimente care au probabilitate mare să pătrundă în calorimetru).

- Simularea se face la incidență normală, pentru a se studia direcționalitatea fluxului de miuoni.
- Utilizând această Bază de Date se dorește construirea "funcției răspuns", care prin inversare să producă valorile energiei miuonilor (și eliminarea evenimentelor oblice)
- În acest sens se construiește o rețea Perceptron Multistrat cu o arhitectură $N_0 \times N_1 \times N_2 \times N_3$
- N_0 - număr de noduri input (20)
- N_1, N_2 – număr noduri ascunse
- N_3 - număr noduri output (18) - pentru fiecare clasă a spectrului de energii, care conțin răspunsul :
 - ✓ "1" pentru nodul "i" din RN i s-a prezentat un miuon din clasa energetică "i"
 - ✓ "0" în rest

CONCLUZIE :

O astfel de abordare a problemei nu a condus la niciun rezultat (modelele de RN nu au permis gasirea unui numar minim de caracteristici pentru cele N3 clase de energii simulate)

- Necesitatea unei preprocesari a datelor pentru :
- (1) gasirea APRIORI a unor caracteristici de clasa
- (2) gasirea unor conditii de PRAG (pentru a elimina evenimentele neconcludente);
- Pe baza BD, obtinute in urma simularii, se reprezinta Histograme (numarul miunilor in functie de energia depusa).
- Histograma are semnificatia de distributie de probabilitate de interactie a miunilor.
- Se constata ca maximul (Modul), indiferent de energia miunului, este acelasi pentru toate evenimentele (indiferent de energia miunului)
- Acest lucru are o explicatie experimentală, valoarea de 6 MeV corespunde pierderii de energie prin radiatii de franare (Bremsstrahlung).
- Interactia prin producerea de perechi, este responsabila pentru valorile mari ale energiei depozitelor (aceasta este o specificitate a fiecărei clase)
- Din punct de vedere statistic trebuie determinata increderea in aceste histograme



- $N_{\text{MOD}} = N$ (valoarea medie a variabilei statistice “nr de evenimente”)
- $\sigma = \sqrt{N}$ (distributia Poisson)
respectand inegalitatea
 $\sigma \ll N$ (in practica numerica este echivalent cu $10 \sigma < N$)
- **Se observa ca pentru valori mari ale energiei depuse, N scade sub 100.**
- Aceasta problema s-ar putea rezolva prin **simularea** a mai multor pachete, formate din multe evenimente pentru fiecare energie din spectru, si apoi considerarea (*tuturor valorilor particulare a numarului de evenimente pentru fiecare bin din histograma*) ca si realizari experimentale ale unor variabile

aleatoare N_i si colectarea pentru fiecare dintre ele a estimatorului mediei si dispersiei(N_i , σ_{N_i})

CONCLUZII FINALE

Pe baza datelor experimentale folosind metoda retelelor neuronale se vor obtine informatii privind:

- Modelele de interactie hadronica la energii mari
- Spectrul energetic al radiatiei cosmice primare
- Compozitia de masa a radiatiei cosmice primare
- Multiplicitatile miuonilor de energie mare
- Informatii privind fluxul directiona1 de miuoni la nivelul solului si in subteran folosind detectorul directiona1 si laboratorul mobil.