Studi preliminari sulle GPU a Fermilab

Silvia Amerio

INFN Padova

4 febbraio 2011

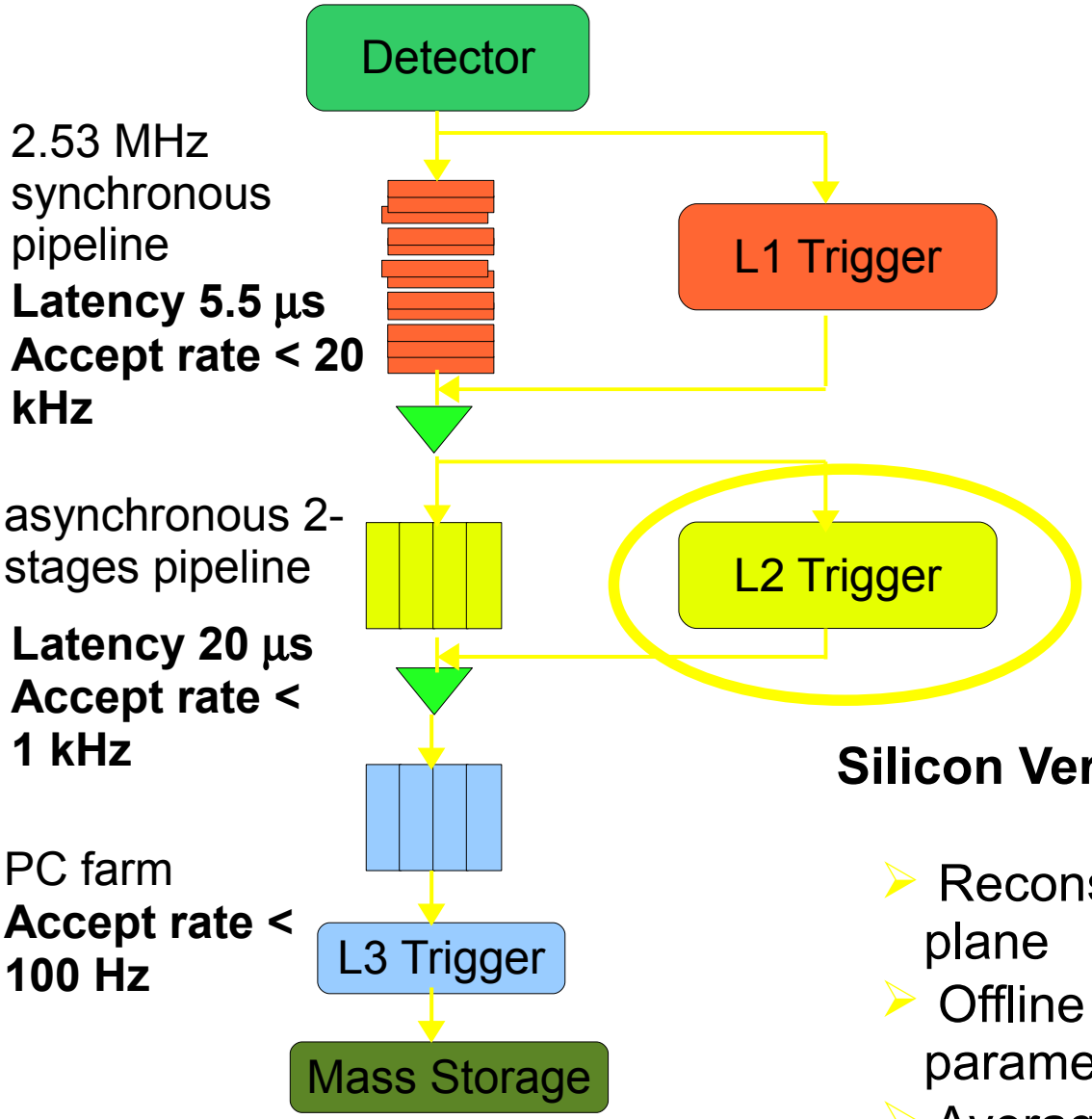
Introduzione

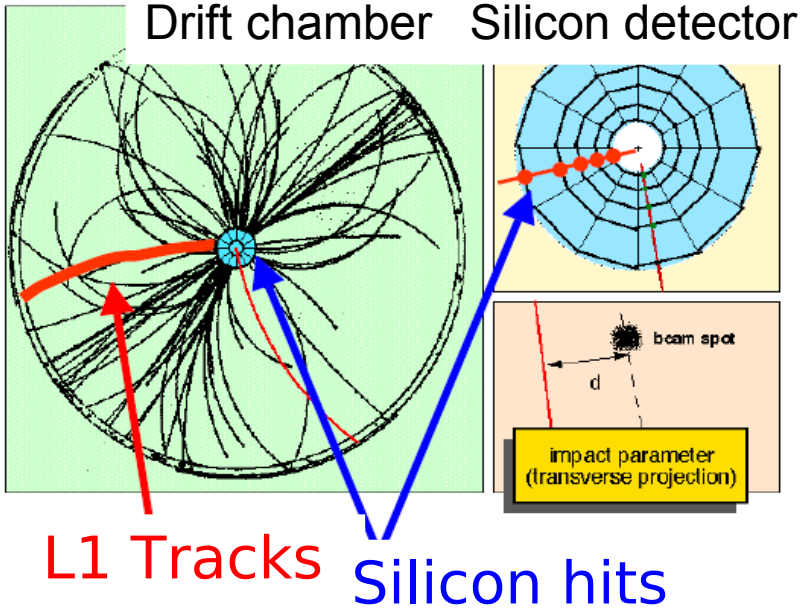
All'esperimento CDF a Fermilab sono in corso studi di applicazione delle GPU al problema della selezione in tempo reale di eventi in esperimenti di fisica alle alte energie.

In questa presentazione:

- *Sistema di trigger di CDF*
- *Obiettivo del progetto*
- *Strumenti*
- *Primi risultati (P.Catastini, W.Ketchum, T.Liu)*
- *Futuro*

La ricostruzione online di tracce nel sistema di trigger di CDF



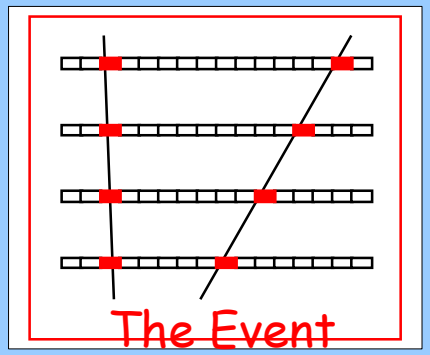


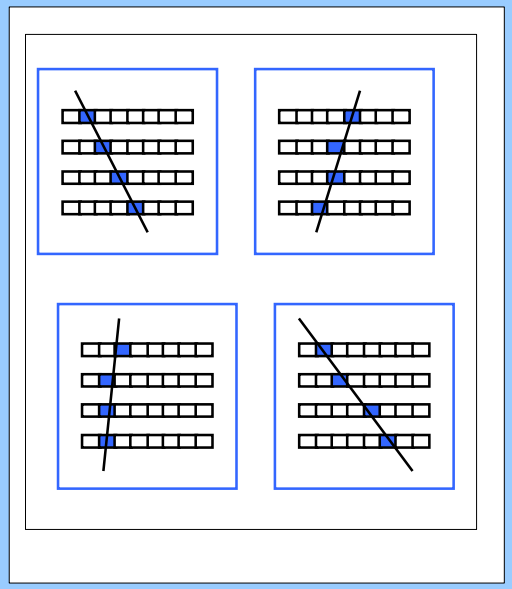
Silicon Vertex Tracker (SVT)

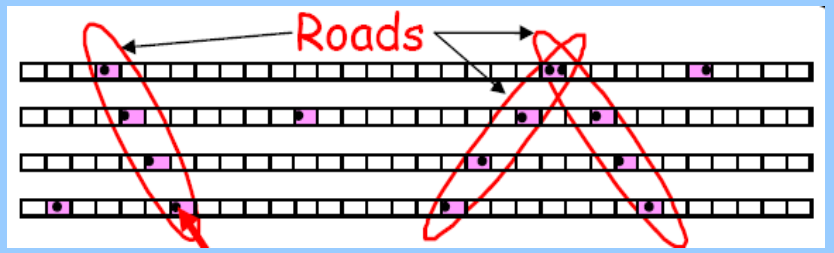
- Reconstructs tracks in the transverse plane
- Offline resolution (35 μm on impact parameter)
- Average latency 20 μs

SVT in una slide

PATTERN RECOGNITION
(by Associative Memory boards - AM)







Finds **low resolution track candidates (roads)**

TRACK FITTING inside the roads
(by a **simple scalar product** in a dedicated board → GIGAFITTER)

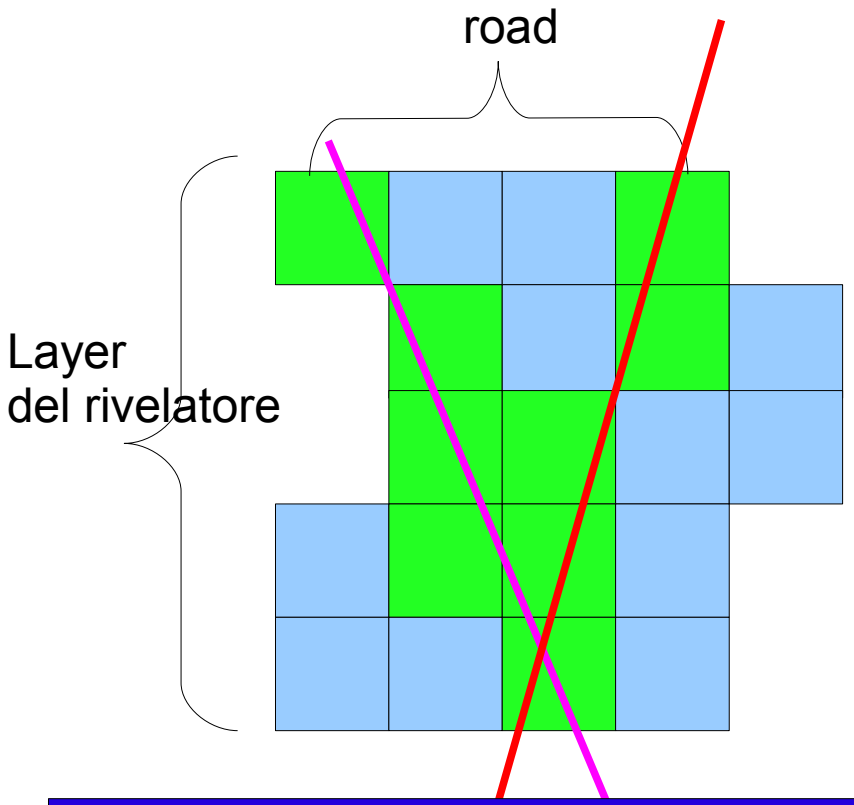
known costants
Precalculated
Stored in memory

$$p_i = \vec{f}_i \cdot \vec{x} + q_i$$

track parameters (6)

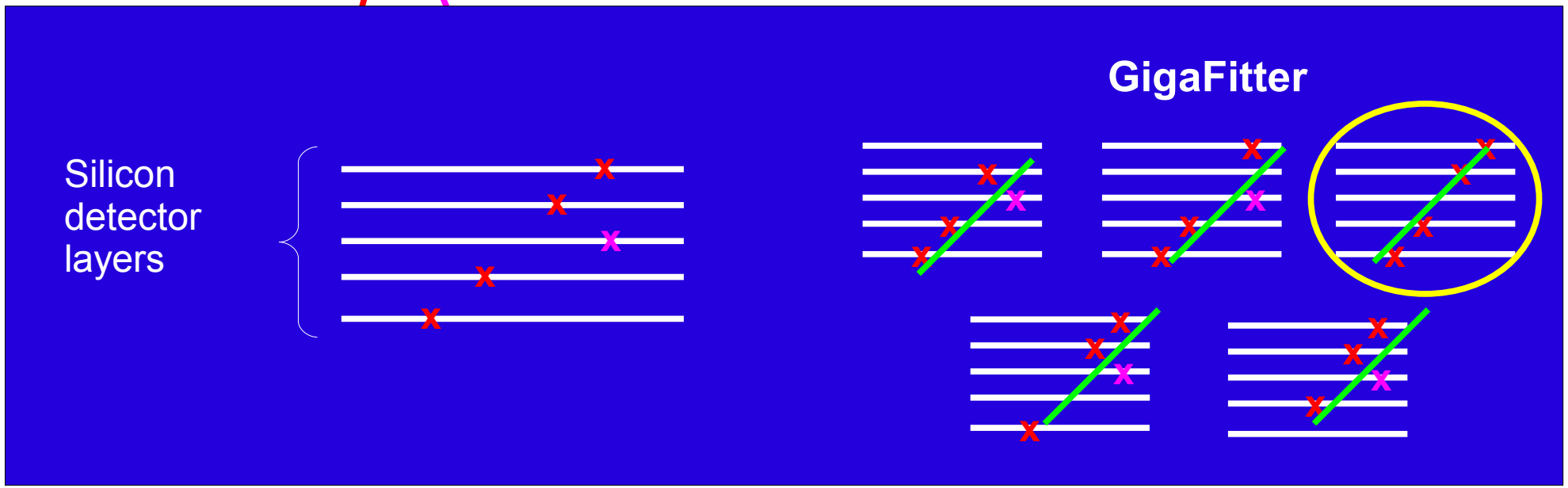
track coordinates (6)

Il fit di traccia in SVT: qualche dettaglio



In una road per ogni layer del rivelatore ci può essere più di un hit → necessario per ogni road calcolare e poi fittare tutte le possibili combinazioni

SVT usa solo 4/5 hit → nel caso di una traccia 5/5 bisogna calcolare e fittare tutte e 5 le possibili combinazioni di 4 hit, scegliendo poi quella con il miglior chi2.



Il progetto sulle GPU a Fermilab

Performance study of GPU in real time applications for HEP experiments.

Il progetto è suddviso in 2 fasi

1) Confronto GPU-CPU in termini di velocità di processamento
   - Come: implementare in CPU e GPU l'algoritmo di fit di traccia di SVT
2) Confronto GPU-GIGAFITTER
   - Come: integrare una GPU nel teststand del sistema di trigger di CDF e processare l'algoritmo di fit nella GPU in parallelo al GIGAFITTER

L' apparato sperimentale

Tracce da fittare in ingresso

S-LINK Tx

AUX Card

NVIDIA GTX 285

PC

GPU

Memory

6 G RAM

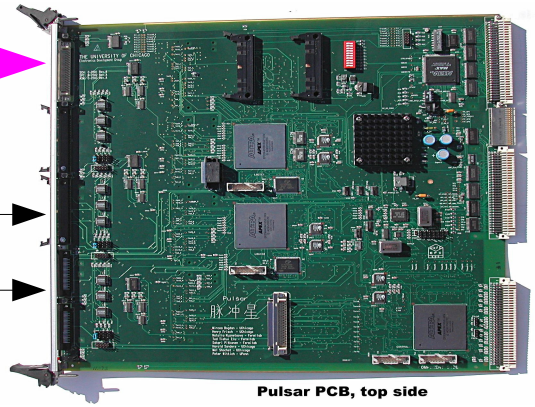
FILAR

CPU

SOLAR

2.8 GHz

S-LINK Rx

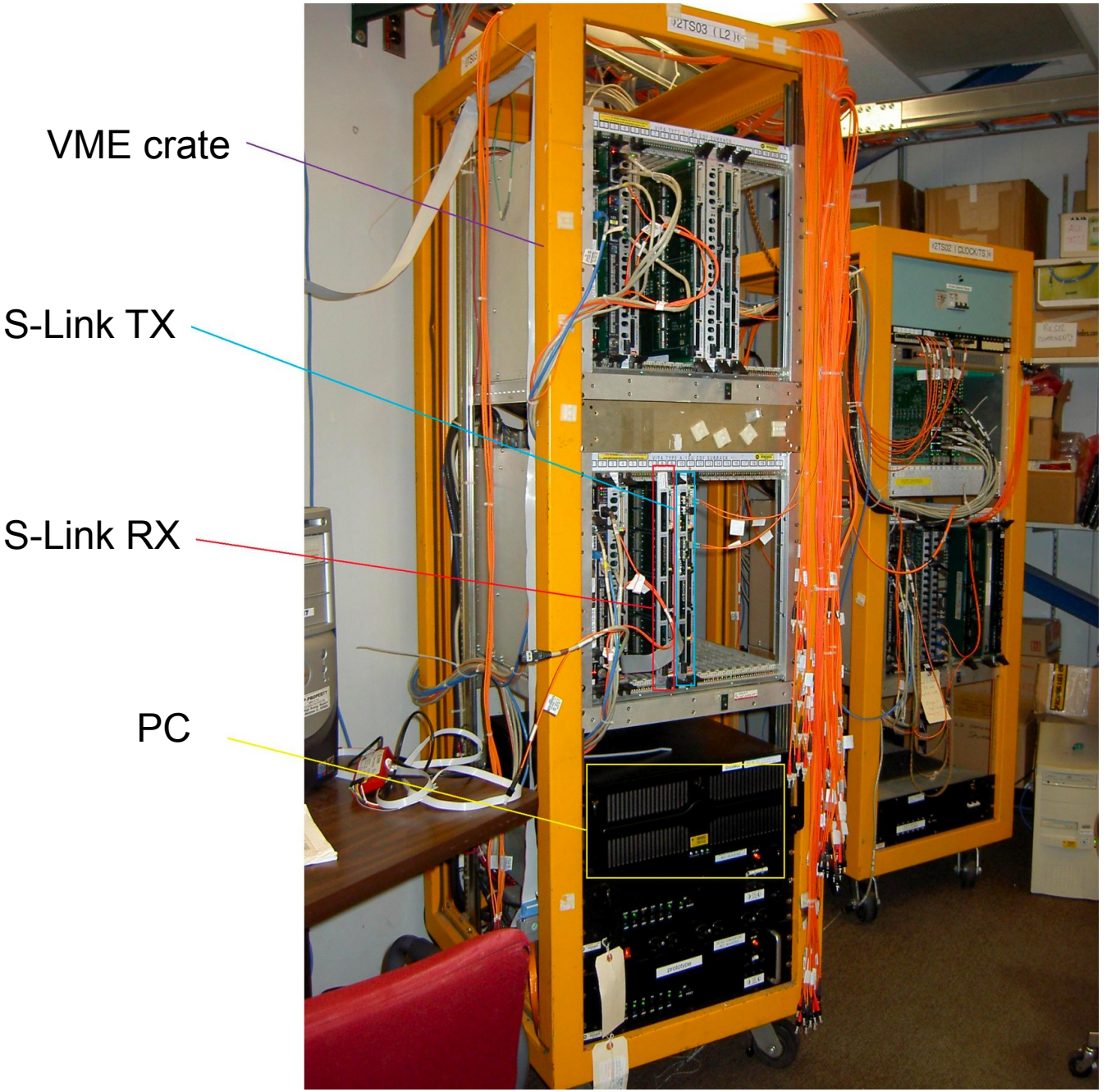


Schede Pulsar: 9U VME, molto versatili, usate in vari punti del sistema di trigger di CDF.

Four/Single Input Links for Atlas Readout. Accetta / Invia pacchetti in formato S-link

Le schede sono alloggiate in un crate VME

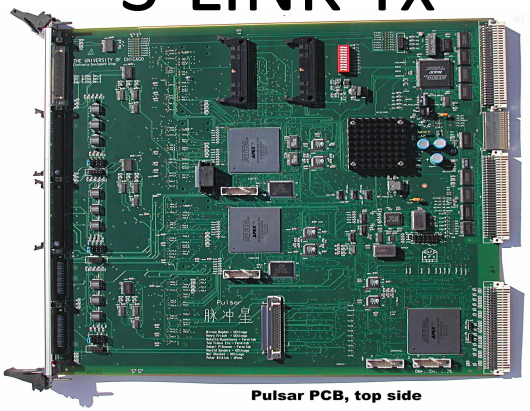
Il flusso dei dati viene gestito tramite il software di DAQ di CDF.



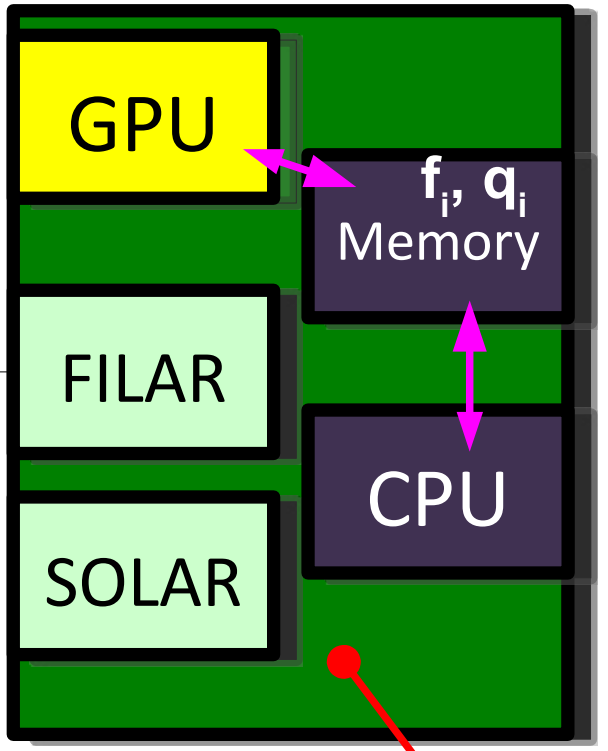
Cosa si misura?

$$p_i = \vec{f}_i \cdot \vec{x} + q_i$$

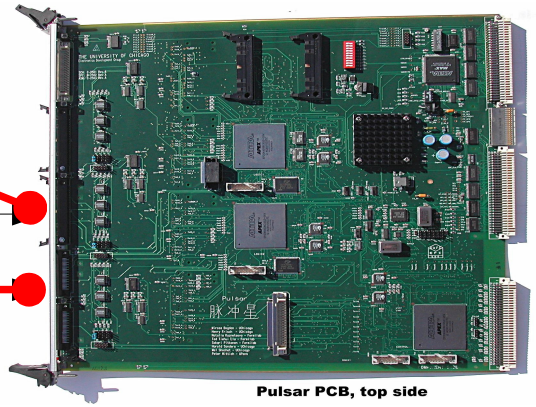
S-LINK Tx



AUX Card



S-LINK Rx



Tempo di arrivo del pacchetto dalla AUX card.

Tempo di arrivo del pacchetto dal PC

Differenza = tempo impiegato dal PC

Timing interno del PC

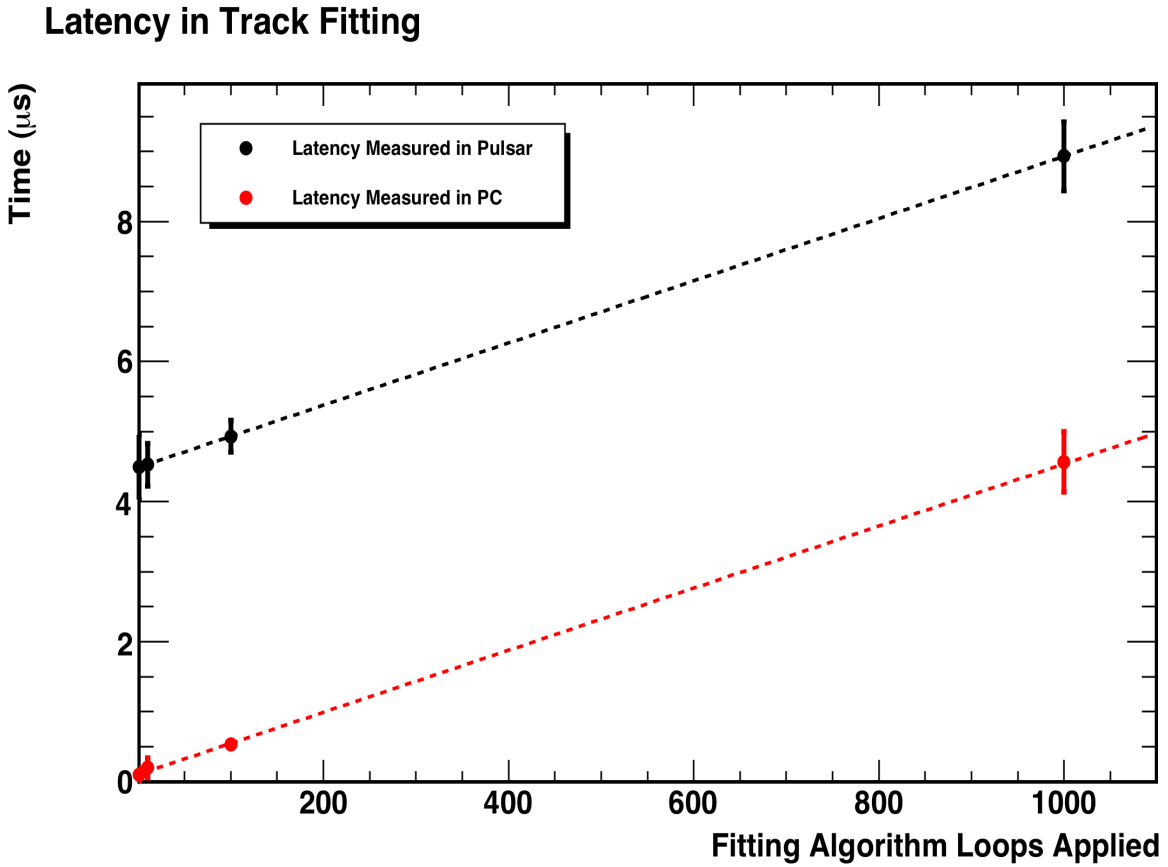
$$T_{PC} = n\,T_{alg} + T_O$$

T_{alg} = tempo impiegato da CPU/GPU

To = latenza introdotta dal PC/ link PC-Pulsars

Validazione misura di timing del PC

$T_{PC} = n\, T_{alg} + T_O$



Algoritmo implementato su CPU

	t_{alg} (ns)	t_O (μs)
From PULSAR	4.443 ± 0.003	$4.487 \pm .001$
From PC	4.450 ± 0.041	$0.116 \pm .020$

Primissimi risultati confronto GPU-CPU

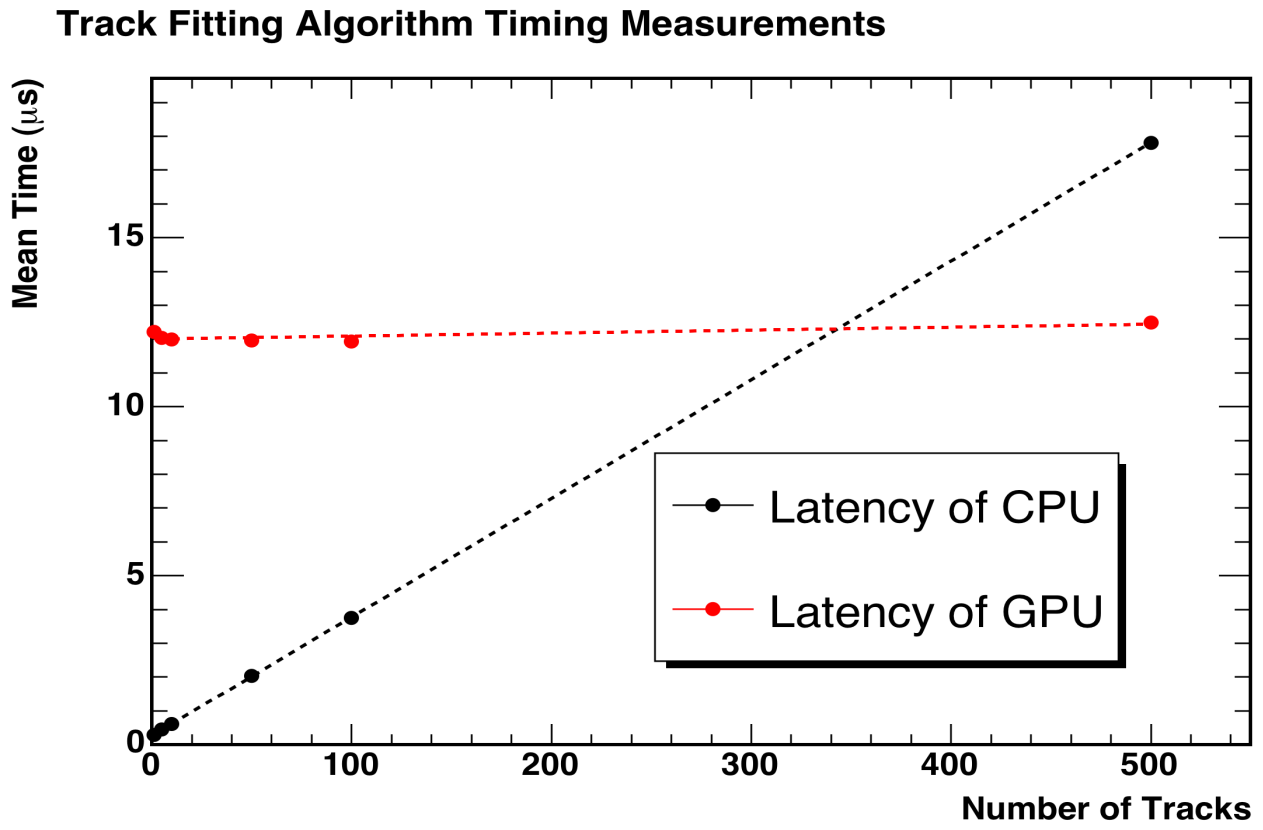
Tempo di processamento vs numero di tracce da fittare

Algoritmo GPU non ancora ottimizzato

- Fit completo di una traccia effettuato da un singolo thread
- Calcoli con interi

Risultati promettenti!

$$p_n = c_n^0 + \sum c_{ni} * x_i$$



Prossimi passi

A Fermilab sono in corso studi di performance di GPU per applicazioni di trigger in HEP. Fermilab è un ambiente unico per questi studi:

- Molti strumenti di test a disposizione, presenza di esperti
- Possibilità di un confronto diretto con dati reali!!

La fase 1 (confronto GPU-CPU) è a buon punto; per la fase 2 (confronto GPU-GIGAFITTER) abbiamo tempo fino a settembre 2011. :-(

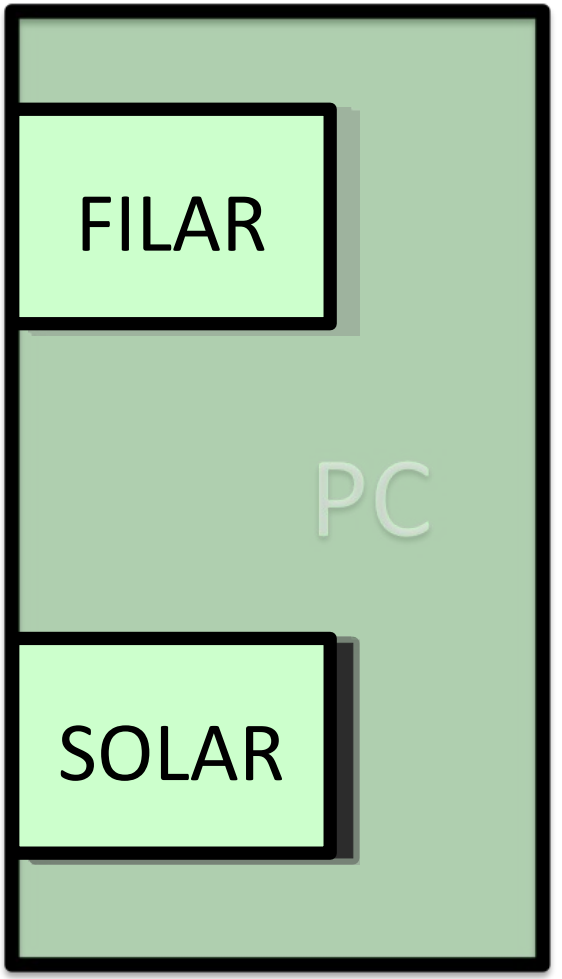
A Fermilab lavorano al progetto – non a tempo pieno – un senior + un dottorando. Possibilità di collaborazione!

A Padova stiamo lavorando alla richiesta di fondi ex-60% per studi di applicazioni di GPU ai trigger di HEP. Il primo passo è iniziare a collaborare attivamente con Fermilab.

BACKUP

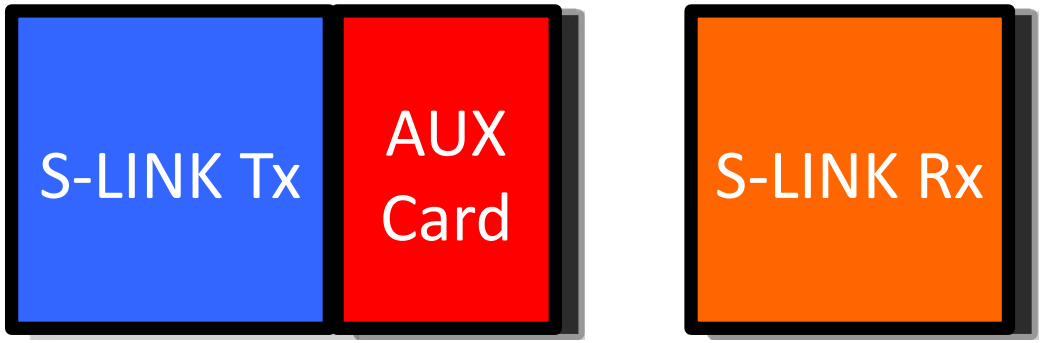
FILAR and SOLAR Cards

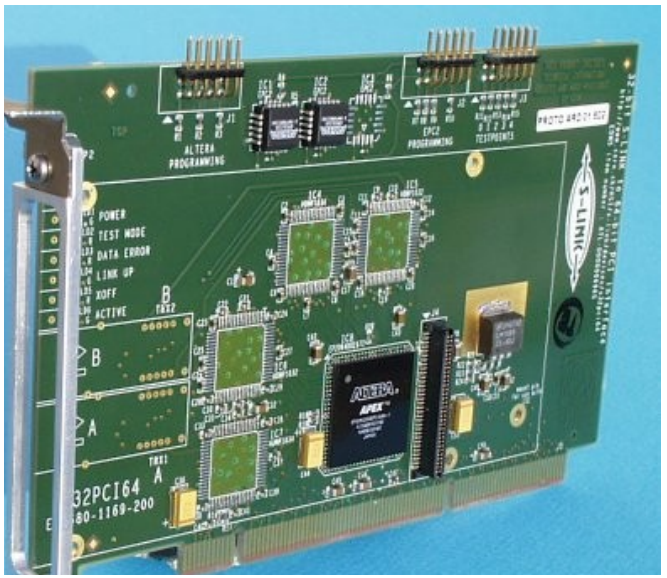
- FILAR
  - Four Input Links for Atlas Readout
  - Accepts S-LINK packets, stored into PC memory on arrival
- SOLAR
  - Single Output Link for Atlas Readout
  - Sends out specified memory in S-LINK format
- FILAR and SOLAR cards connect to PC via PCI-X slots



FILAR

The PULSARS

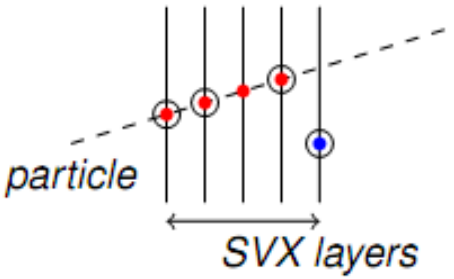


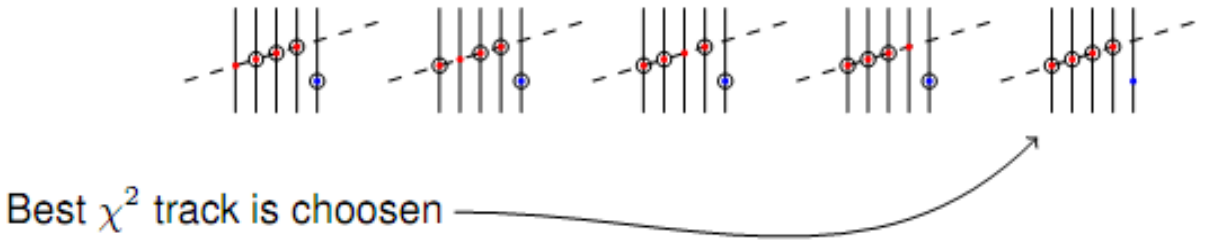


S-LINK Card

- PULSARS
  - PULSer And Recorder
  - Highly configurable
    - Special purpose firmware loaded into FPGAs, defining board function
  - Used for variety of purposes in L2 trigger at CDF
- S-LINK Tx
  - Test patterns loaded into board, send on L1A
- AUX card
  - Attached to back of Tx
  - Sends out multiple copies of S-LINK packets
- S-LINK Rx
  - Fitted with 4 mezzanine cards that read in S-LINK packets
  - Measure time (to 100 ns) after L1A a packet was received

Il fit di traccia in SVT



- Roads can have hits in all 5 layers
- Only 4 are used by the fit (TF++: fixed choice)
- One hit might be noise
- The fixed choice is wrong and the track is discarded

The GigaFitter fits all 4 hits combinations.