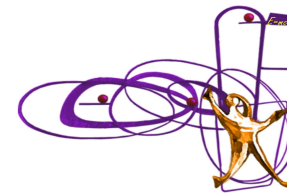




UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO

DOTTORATO IN FISICA – XXXII CICLO



Università degli Studi di Bari “A. Moro” – Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin”

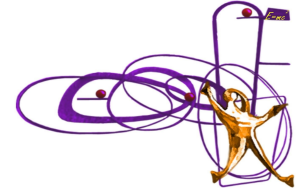
# Presentazione attività di dottorato

## I anno

Dottorando: Aldo MAZZILLI

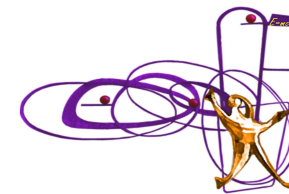
Tutor: Milena D'ANGELO  
Roberto BELLOTTI

XXXII CICLO DI DOTTORATO



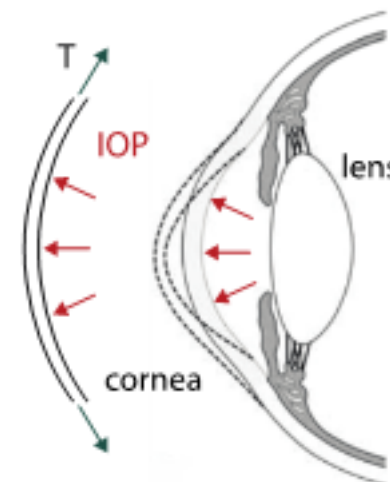
# Microscopio Brillouin per l'oftalmologia

- Motivazione
- Eye tracking
- OCT
- Sviluppo futuro



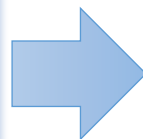
## Motivazione

- Microscopia ad effetto **Brillouin**: tecnica di mappatura delle **proprietà elastiche**
- La variazione spaziale della **rigidità** della cornea provoca **deformazione** → necessità di **caratterizzare** la rigidità della cornea



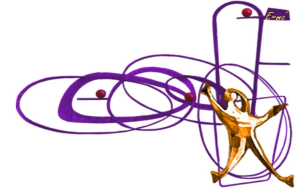
### Problemi aperti

- Misura lenta (100 ms/punto)
- Movimenti oculari (anche la respirazione provoca spostamenti  $\sim 150\text{-}200\ \mu\text{m}$ )



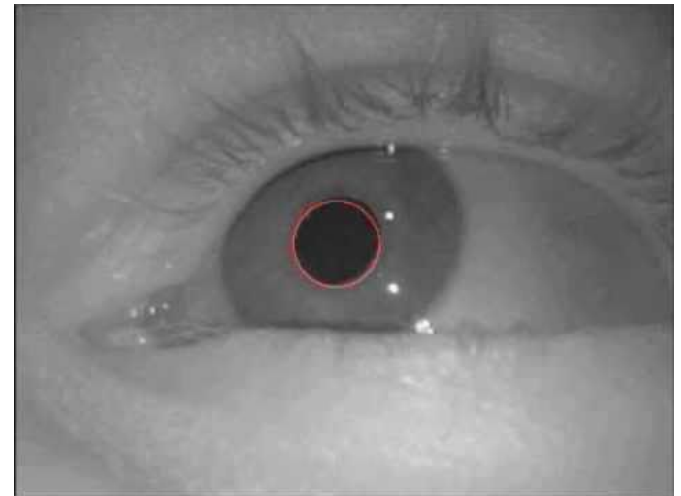
### Soluzione

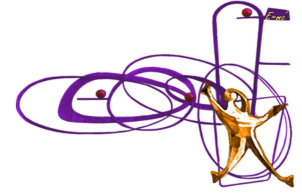
Modalità di imaging in real time per analizzare e guidare l'acquisizione di Brillouin con tecniche di eye-tracking





# Studio dello stato dell'arte: Eye Tracking 2D – Eye detection

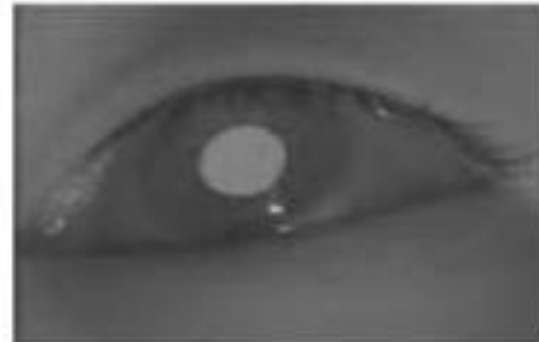
- **Shape based** : modelli geometrici, misure di similarità
- **Appearance based** : distribuzione dei livelli d'intensità, aspetto fotometrico
- **Hybrid methods**
- **Feature based shape methods** : features caratteristiche poco sensibili alle condizioni esterne





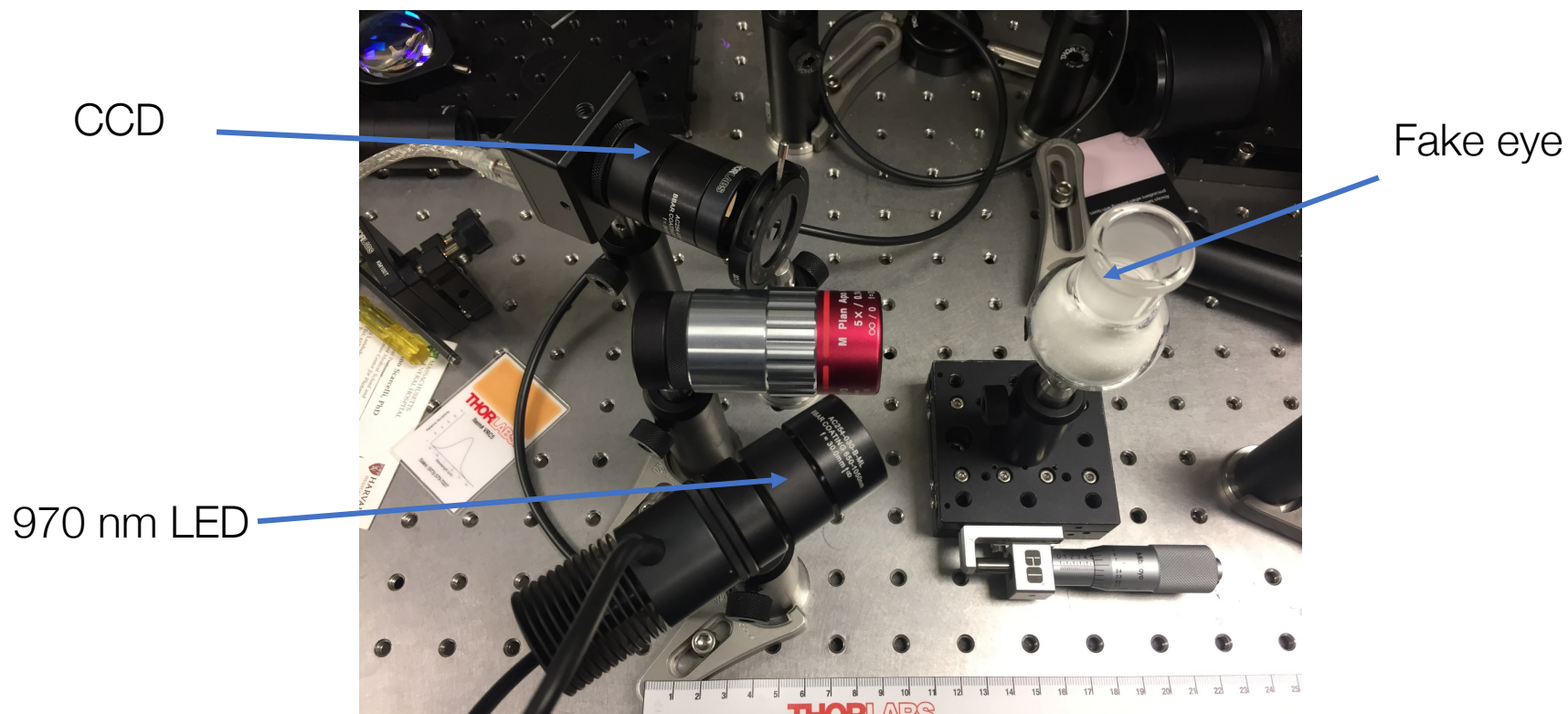
## Studio dello stato dell'arte: Eye Tracking 2D – IR

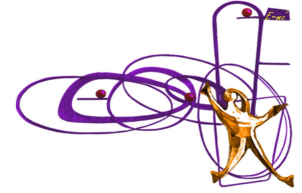
- Near IR sorgente luminosa ( $\lambda \sim 780\text{-}880\text{ nm}$ )
- On axis  pupilla luminosa
- Off axis  pupilla scura
- Differenza immagini con pupilla luminosa e pupilla scura
- Sincronizzazione con frame rate della camera





## Setup @College Park: Eye Tracking 2D – IR

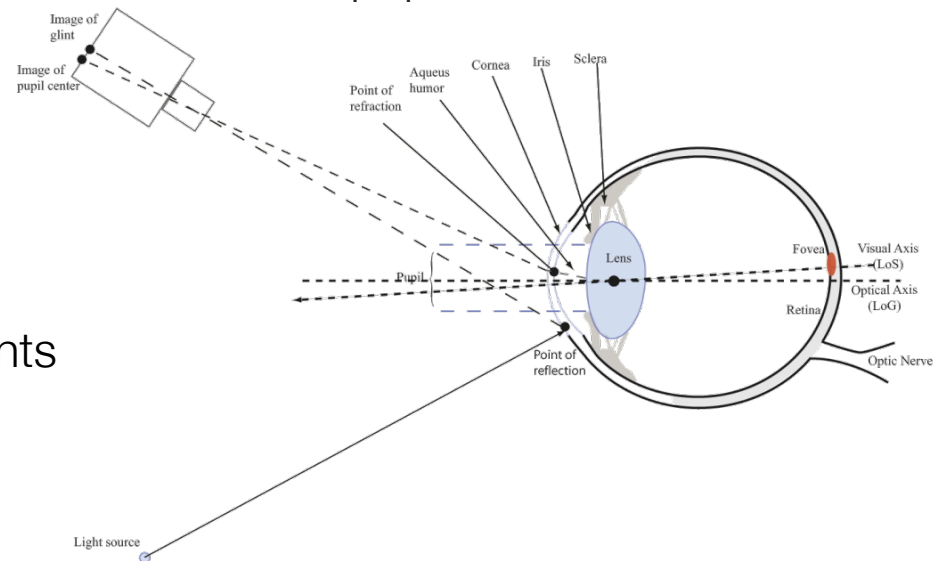




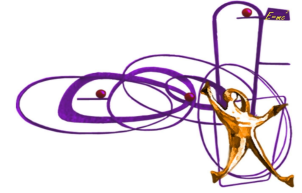
# Studio dello stato dell'arte: Eye Tracking 3D – Gaze tracking

Stimare il **centro della cornea**, e quindi l'asse ottico, in 3D  
Determinare la posizione del *glint* e del centro della pupilla

- Single camera and single light
- Single camera and multiple lights
- Multiple cameras and multiple lights (stereo calibration)



Accuratezza posizione assiale centro della cornea ~ mm

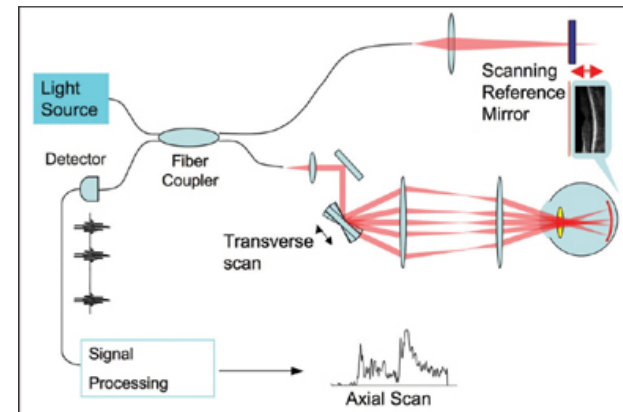
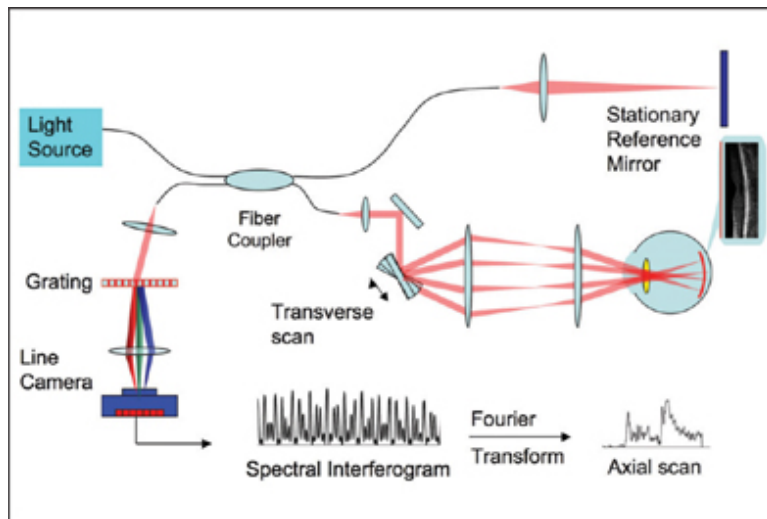


## “OCT”

- **L’Optical Coherence Tomography:** tecnica che sfrutta interferometria a bassa coerenza per imaging ottico non invasivo che produce immagini in **tempo reale**. Tecnica adatta per l’imaging di campioni biomedicali, **in vivo**

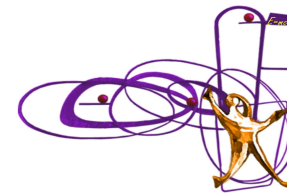
**Time domain OCT (TD-OCT) :** lenta

**Fourier domain OCT (FD-OCT) :**  
Acquisizione real time

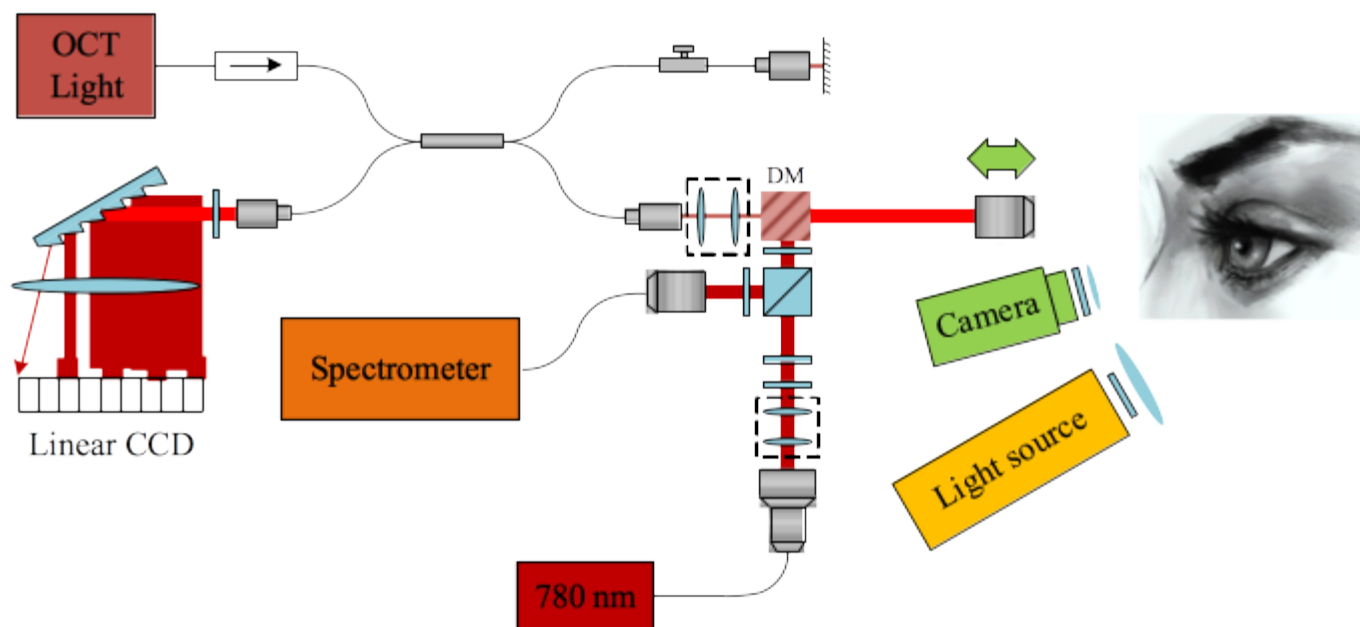


**Risoluzione assiale ~ 1 – 10  $\mu\text{m}$**





# Proposal: Eye Tracking 2D IR + “OCT”

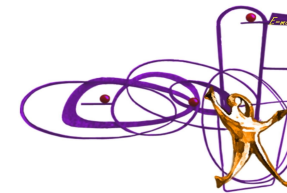




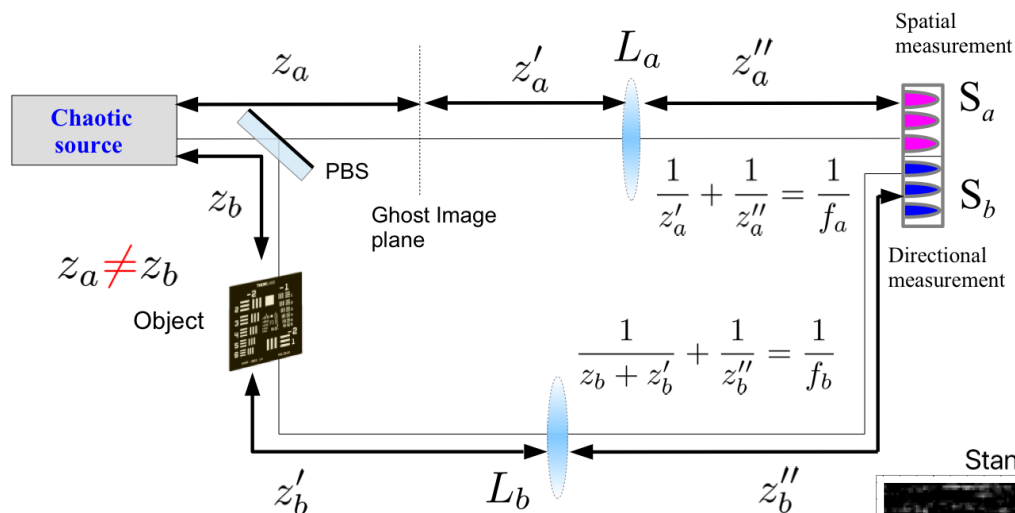
## Sviluppi futuri

### @ UniBa / College Park

- Progettazione e implementazione dell'apparato di eye tracking proposto : prove su modello di occhio (ottimizzazione, test di robustezza, ecc...)
- Implementazione ed utilizzo del sistema di eye-tracking nel microscopio Brillouin per uso clinico



## Attività di laboratorio: CPI - Camera

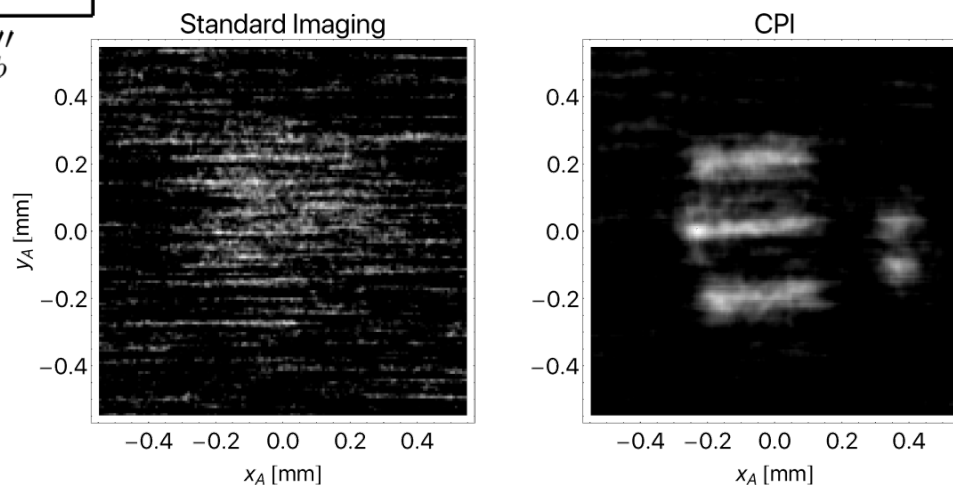


**CMOS Camera – Hamamatsu  
ORCA-Flash 2.8 camera  
C11440-10C**

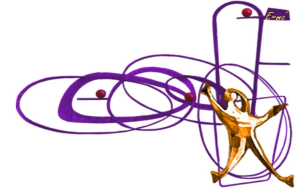
frame rate di  $45.4\text{s}^{-1}$

$t_{\text{exp}} = 21 \mu\text{s}$

Pixel size =  $3.6 \mu\text{m}$

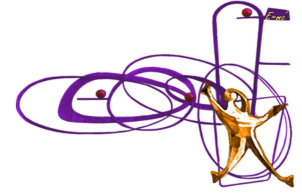


Pepe, Di Lena, Mazzilli, Edrei, Garuccio, Scarcelli, D'Angelo,  
“Diffraction-limited plenoptic imaging with correlated light”  
In fase di revisione (Physical Review Letters).



## Corsi di formazione

- ✓ How to prepare a technical speech in English.
- ✓ Programing with Python for Data Science.
- ✓ Introduction to parallel Computing and GPU Programming using CUDA.
- ✓ Interpolation Methods e techniques for Exsperimental Data Analysis. (Lezioni terminate ad ottobre 2017)
  - Management and knowledge of European research model and promotion of research results. (fine mese)
  - LabView introductory Course. (fine mese)
  - Statistical and computational model for physics data analysis. (Lezioni terminate ad ottobre 2017)

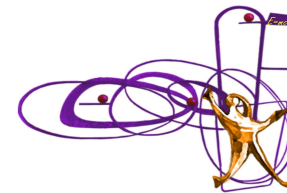


## Scuole e Conferenze

- “Brillouin Microscope for Ophthalmology” (**poster**), “International Training School - Beyond Conventional Tissue Imaging”, Bari 22 - 24 febbraio 2017.
- Partecipazione al 37 congresso SISFA, Bari 26 - 29 settembre 2017.
- Visita guidata ai laboratori imaging e quantum technologies, Conferenza Italiana Studenti di Fisica, Bari 11 - 12 maggio 2017.

## Pubblicazioni

- Milena D'Angelo, **Aldo Mazzilli**, Francesco V. Pepe, Augusto Garuccio, Vincenzo Tamma, “*Characterization of two distant double-slits by chaotic light second-order interference*” Scientific Reports, 7 (2017).
- Francesco V. Pepe, Francesco Di Lena, **Aldo Mazzilli**, Eitan Edrei, Augusto Garuccio, Giuliano Scarcelli, and Milena D'Angelo, “*Diffraction-limited plenoptic imaging with correlated light*” In fase di revisione (Physical Review Letters).



Grazie per  
l'attenzione

Dottorando: Aldo MAZZILLI

