

## UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MESSINA



**Dipartimento di Scienze Biomediche, Odontoiatriche, e  
delle Immagini Morfologiche e Funzionali**

**CdL in Ortottica ed Assistenza Oftalmologica [L/SNT2]**

**BIOINGEGNERIA ELETTRONICA ED INFORMATICA**

## **Introduzione alla bioingegneria**

Dott. Antonio Celesti  
acelesti@unime.it

<http://mdslab.unime.it/acelesti>

# Outline

- Obiettivi & Programma
- Materiale didattico
- Prova di esame
- Definizione di Bioingegneria
- Settori di interesse della Bioingegneria
- Esempi di ambiti applicativi
- Classificazione dei biosegnali

# Obiettivi del corso

- conoscere i principali segnali biomedici
- descrivere tecnologie e problematiche relative alla misura di grandezze di origine biologica, con lo scopo di acquisire competenze generali per essere buoni progettisti, selezionatori ed utilizzatori di dispositivi per misure biomediche
- acquisire nozioni sui parametri che caratterizzano il funzionamento statico dei dispositivi di misura in campo biomedico con particolare attenzione all'elemento di trasduzione del segnale.
- conoscere la tecnologia di alcune classi di trasduttori con esempi di applicazione nell'ambito di alcune strumentazioni cliniche di largo impiego.
- conoscere le tecniche di analisi del segnale.

# Programma del corso

- Introduzione alla bioingegneria
- eHealth
- Segnali bioelettrici
- Equivalente circuitale della membrana cellulare
- Potenziale d'azione
- Correnti Bioelettriche
- Sensori e Trasduttori
- Elettrodi
- Teoria dei segnali
- Analisi dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza
- Filtraggio del segnale
- Campionamento e quantizzazione
- Applicazioni bioingegneria all'Ortottica

# Materiale Didattico

- Introduction to Biomedical Engineering, J. Elderle, S. Blanchard, J. Bronzino, Academic Press
- Circuits, Signals, and Systems for Bioengineers: A MATLAB-Based Introduction: Introduction to Biosignal and Systems Analysis - John Semmlow – Elsevier
- Biomedical Signal and Image Processing - Kayvan Najarian, Robert Splinter - Taylor & Francis
- Medical Instrumentation - Application and Design John G. Webster ed. - John Wiley & Sons Inc.
- Lucidi delle lezioni

# Caratteristiche della prova d'esame

- Prova scritta
- Eventuale tesina

# **Cos'è la Bioingegneria (definizione MIT, MA - USA, 1999)**

- La Bioingegneria è una disciplina che utilizza metodologie e tecnologie dell'ingegneria elettronica, informatica, meccanica e chimica per affrontare problemi relativi alle scienze della vita.
- La Bioingegneria è riconosciuta universalmente come una disciplina emergente volta a generare una migliore comprensione dei fenomeni biologici ed a produrre tecnologie per la salute con beneficio per la società

# Cosa Comprende la Bioingegneria?

- **il gruppo della bioingegneria industriale**
  - l'ingegneria biomeccanica
  - l'ingegneria biochimica
  - l'ingegneria dei biomateriali
  
- **il gruppo della bioingegneria dell'informazione**
  - bioingegneria elettronica
  - l'ingegneria bioinformatica
  - la bionica,
  - la modellistica biomedica,
  - l'ingegneria dei segnali biomedici
  - l'ingegneria dei sistemi biomedici e sanitari.

# Cos'è la Bioingegneria Elettronica

- Storicamente nasce da un lato grazie alle applicazioni di varie discipline (meccanica, chimica, elettronica, ecc.) sviluppatesi autonomamente all'interno del proprio ambito a partire dagli sviluppi della biomeccanica, della biochimica, dei biomateriali, dell'elettrofisiologia, della neurofisiologia, delle scienze cognitive, della biosistemistica; dall'altro dall'approccio di sintesi di tipo cibernetico tendente a mettere al centro il sistema biomedico in oggetto (un organo, una cellula, una funzione organica, un processo biochimico, una struttura sanitaria, una sala operatoria, ecc.) risolvendone i problemi con le varie conoscenze dell'ingegneria.

# Cos'è la Bioingegneria Informatica (1)

- Il campo dell'informatica biomedica abbraccia diversi aspetti. Il primo campo di applicazione è quello della gestione informatizzata dei dati sanitari (cartella clinica elettronica), con particolare attenzione ai problemi di tipo legale insiti nella manipolazione di dati sensibili.
- Inoltre l'informatica biomedica affronta il problema della trasmissione ed indicizzazione delle immagini ottenute da dispositivi digitali di acquisizione, ad esempio tomografia assiale computerizzata (TAC) ed Magnetic Resonance Imaging (MRI), ecc.
- Il problema riguarda sia la trasmissione di immagini per applicazioni di telemedicina sia l'immagazzinamento dei dati in appositi server digitali **Picture Archiving and Communication System (PACS)**. Di fondamentale importanza in questo campo è l'uso del protocollo **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)** per la codifica delle immagini mediche digitali.

## Cos'è la Bioingegneria Informatica (2)

- Infine, l'informatica biomedica affronta il problema dell'elaborazione delle immagini, spaziando dai problemi di visualizzazione tridimensionale a quelli di analisi quantitativa per l'estrazione automatica o semi-automatica di indici diagnostici.
- Di grande interesse è il campo della fusione di immagini, in cui immagini provenienti da diverse modalità di acquisizione vengono combinate per fornire al medico le informazioni in modo integrato.

## Alcune Curiosità ...

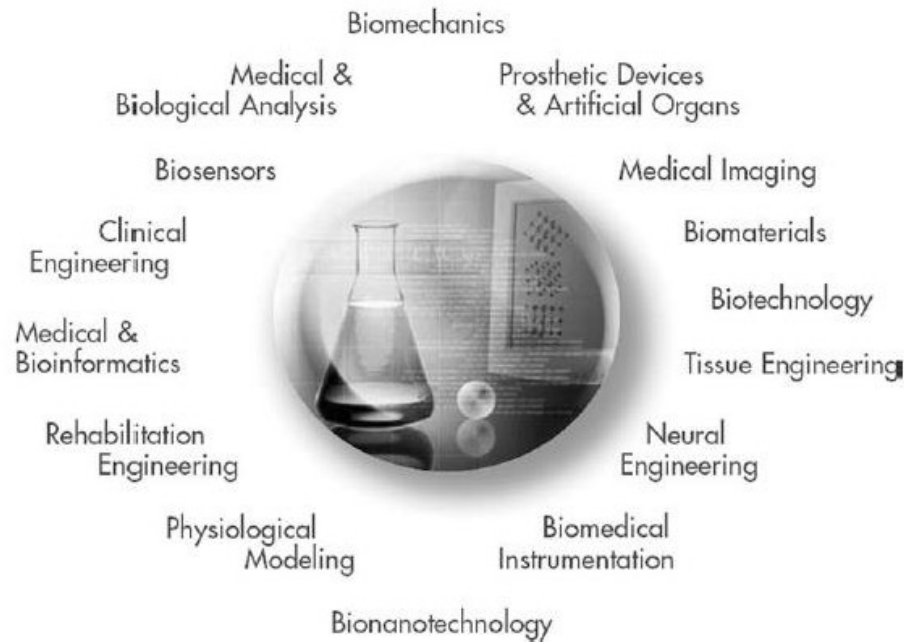
- La nota emittente televisiva statunitense CNN (Cable News Network) ha stilato la classifica delle prime 100 migliori professioni lavorative.
- La figura dell'ingegnere biomedico è risultata essere la migliore in assoluto per quanto riguarda l'anno 2013 ed il territorio americano
- Diverse aree di applicazione tra le quali l'oculistica e l'ortottica
- La classifica della CNN è stata individuata considerando sostanzialmente tre parametri: opportunità di crescita, retribuzione media annua e soddisfazione derivante dallo svolgimento dell'attività lavorativa.
- Possiamo concludere che il settore della ingegneria Biomedica, che sta vivendo un periodo d'oro in questi anni, non sembra essere un fuoco di paglia, ma una "moda" destinata a durare nel prossimo futuro.

# Settori

- **Biomeccanica:** studio della meccanica dei solidi e dei fluidi nei sistemi fisiologici
- **Biomateriali:** progetto e sviluppo di materiali impiantabili
- **Modellizzazione, simulazione e controllo:** ricerca di base per la conoscenza delle realtà fisiologiche
- **Strumentazione biomedica:** progetto e sviluppo di strumentazione per la misura di eventi fisiologici (include i sensori di variabili biologiche)
- **Analisi dei dati biomedici:** rilevazione, classificazione e analisi dei dati e dei segnali bioelettrici
- **Riabilitazione:** progetto e sviluppo di strumenti e procedure terapeutiche e riabilitative
- **Organi artificiali e protesi:** progetto e sviluppo di dispositivi per la sostituzione o il supporto di organi
- **Informatica medica:** elaborazione di dati dei pazienti, metodi decisionali, sistemi esperti e reti neurali

# Settori

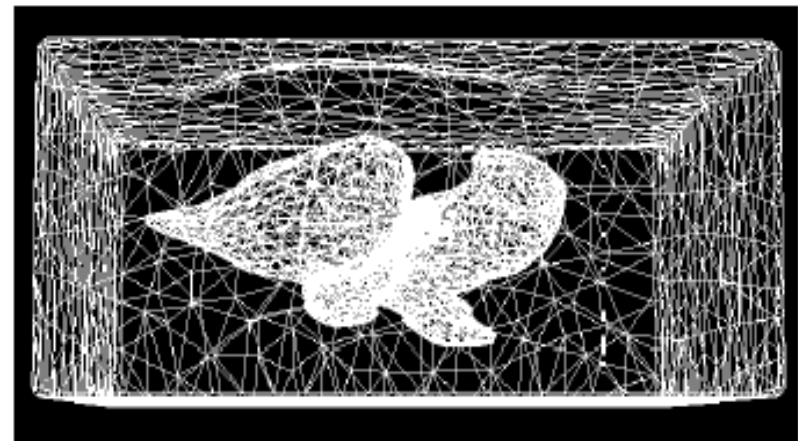
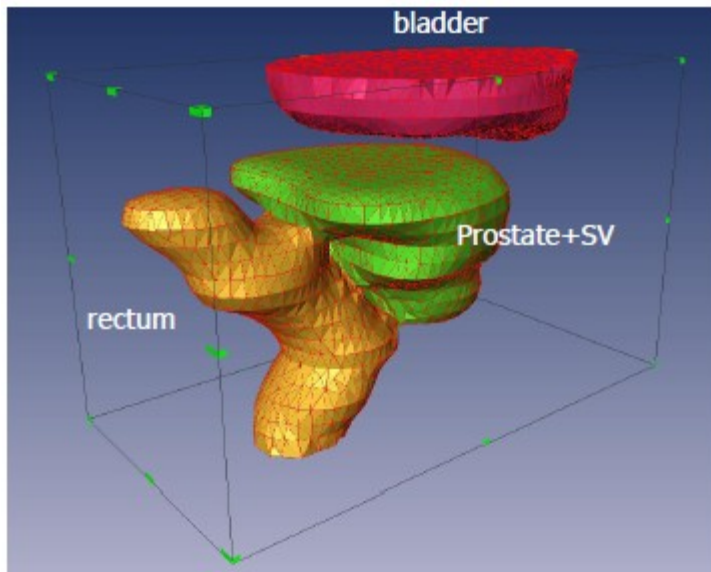
- Bioimmagini: rilevazione e analisi di dettagli anatomici e funzionali in forma grafica
- Biotecnologie: creazione e modifica di materiali biologici
- Ingegneria clinica: progetto, sviluppo e manutenzione di strutture, strumenti
- sistemi e procedure in ambito clinico



# Esempio: modellistica dei sistemi fisiologici (1)

Modellizzazione FEM dell'organ motion nel distretto prostatico

- L'applicazione di modelli agli elementi finiti (FEM) rappresenta uno strumento estremamente potente per simulare la deformabilità del distretto prostatico dovuta a variazioni nel livello di riempimento di vescica e retto.



# Esempio: modellistica dei sistemi fisiologici (2)

Modellizzazione FEM dell'organ motion nel distretto prostatico

- In matematica, il metodo degli elementi finiti (FEM, dall'inglese Finite Element Method) è una tecnica numerica atta a cercare soluzioni approssimate di problemi descritti da equazioni differenziali alle derivate parziali riducendo queste ultime ad un sistema di equazioni algebriche.
- Benché esso competa in alcuni ambiti limitati con altre strategie numeriche (metodo delle differenze finite, metodo dei volumi finiti, metodo degli elementi al contorno, metodo delle celle, metodo spettrale, etc.), il metodo FEM mantiene una posizione dominante nel panorama delle tecniche numeriche di approssimazione e rappresenta il kernel di gran parte dei codici di analisi automatici disponibili in commercio.

# Esempio: modellistica dei sistemi fisiologici (3)

Modellizzazione FEM dell'organ motion nel distretto prostatico

- In generale, il metodo agli elementi finiti si presta molto bene a risolvere equazioni alle derivate parziali quando il dominio ha forma complessa (come il telaio di un'automobile o il motore di un aereo), quando il dominio è variabile (per esempio una reazione a stato solido con condizioni al contorno variabili), quando l'accuratezza richiesta alla soluzione non è omogenea sul dominio (in un crash test su un autoveicolo, l'accuratezza richiesta è maggiore in prossimità della zona di impatto) e quando la soluzione cercata manca di regolarità. Inoltre, il metodo è alla base dell'analisi agli elementi finiti.

# ICT in Sanità

- La sanità rappresenta uno dei contesti in cui l' ICT può portare dei miglioramenti, ponendo un freno alla spesa sanitaria e favorendo un incremento della qualità e delle prestazioni fornite
- I benefici che si ottengono dall'adozione delle ICT in ambito sanitario sono:
  - **migliorare la qualità del servizio sanitario** (ad esempio utilizzando sistemi a supporto del processo diagnostico-terapeutico)
  - **prevenire errori medici** (ad esempio tramite l'utilizzo del sistema di refertazione di laboratorio di analisi è possibile evitare la trascrizione dei risultati diagnostici errati)
  - **ridurre i costi sanitari** (l'informatizzazione porta a notevoli margini di recupero del tempo di lavoro prestato dagli operatori ai vari livelli per l'espletamento degli aspetti burocratici, di registrazione, aggiornamento e gestione dati)
  - **migliorare l'efficienza amministrativa**
  - **ridurre il lavoro di ufficio** (dematerializzazione dei documenti).

# eHealth

- Il termine “eHealth” è un termine coniato recentemente che ha l'obiettivo di descrivere il complesso delle risorse, soluzioni e tecnologie informatiche di rete applicate alla salute ed alla sanità.
- Esso riassume tutti i servizi sanitari elettronici, per mezzo dei quali si intende migliorare le procedure e collegare tra loro gli attori della sanità pubblica: pazienti, medici, terapeuti, assicurati, assicurazioni, laboratori, farmacie, ospedali e personale di cura.
- L'eHealth è una disciplina giovane che introduce la sanità pubblica nell'era digitale. Solo con la digitalizzazione è possibile organizzare i miliardi di dati che ora sono registrati in parte ancora su carta, in parte già su supporti elettronici. I processi elettronici aiutano tutti gli attori a svolgere i propri compiti.
- Lo scopo di eHealth è aumentare la sicurezza e la qualità dell'offerta sanitaria e contribuire alla stabilizzazione dei costi nel lungo termine.

# Interoperabilità tra sistemi sanitari

- Per permettere il funzionamento dei sistemi così definiti si rende necessario assicurare l'integrazione tra sistemi informatici diversi, e garantire la consistenza dei dati memorizzati in sistemi diversi. Gli standard di interoperabilità costituiscono lo strumento essenziale per garantire queste proprietà. A livello internazionale molte risorse sono impiegate per la definizione di norme specifiche per l'informatica sanitaria, coinvolgendo enti pubblici, utenti del sistema sanitario e aziende sviluppatrici di applicativi software. In questo modo vengono definite delle interfacce attraverso le quali applicativi diversi possono interoperare. L'interazione avviene essenzialmente per due finalità distinte:
  - **gestionale**: per permettere a due applicazioni diverse di scambiare richieste e risultati (prescrizioni di farmaci e di analisi, lettera di dimissione, prenotazione di prestazioni tramite CUP);
  - **clinica**: per accedere tempestivamente al momento del bisogno alle informazioni cliniche memorizzate in applicazioni, anche remote, gestite da altri operatori sanitari o da apparecchiature sofisticate.

# Interoperabilità tra sistemi sanitari

- Per permettere il funzionamento dei sistemi così definiti si rende necessario assicurare l'integrazione tra sistemi informatici diversi, e garantire la consistenza dei dati memorizzati in sistemi diversi. Gli standard di interoperabilità costituiscono lo strumento essenziale per garantire queste proprietà. A livello internazionale molte risorse sono impiegate per la definizione di norme specifiche per l'informatica sanitaria, coinvolgendo enti pubblici, utenti del sistema sanitario e aziende sviluppatrici di applicativi software. In questo modo vengono definite delle interfacce attraverso le quali applicativi diversi possono interoperare. L'interazione avviene essenzialmente per due finalità distinte:
  - **gestionale**: per permettere a due applicazioni diverse di scambiare richieste e risultati (prescrizioni di farmaci e di analisi, lettera di dimissione, prenotazione di prestazioni tramite CUP);
  - **clinica**: per accedere tempestivamente al momento del bisogno alle informazioni cliniche memorizzate in applicazioni, anche remote, gestite da altri operatori sanitari o da apparecchiature sofisticate.

# HIT (1)

- Con il termine **Information Technology (IT)** si definiscono le tecnologie utilizzate nel trattamento dell'informazione, cioè nei processi di acquisizione, elaborazione, archiviazione ed invio delle informazioni.
- Il termine Information Technology può essere inglobato all'interno del termine ICT, acronimo che significa **Information and Communication Technology**, e che definisce l'insieme dei metodi e delle tecnologie che realizzano i sistemi di trasmissione, ricezione ed elaborazione di informazioni.

# HIT (2)

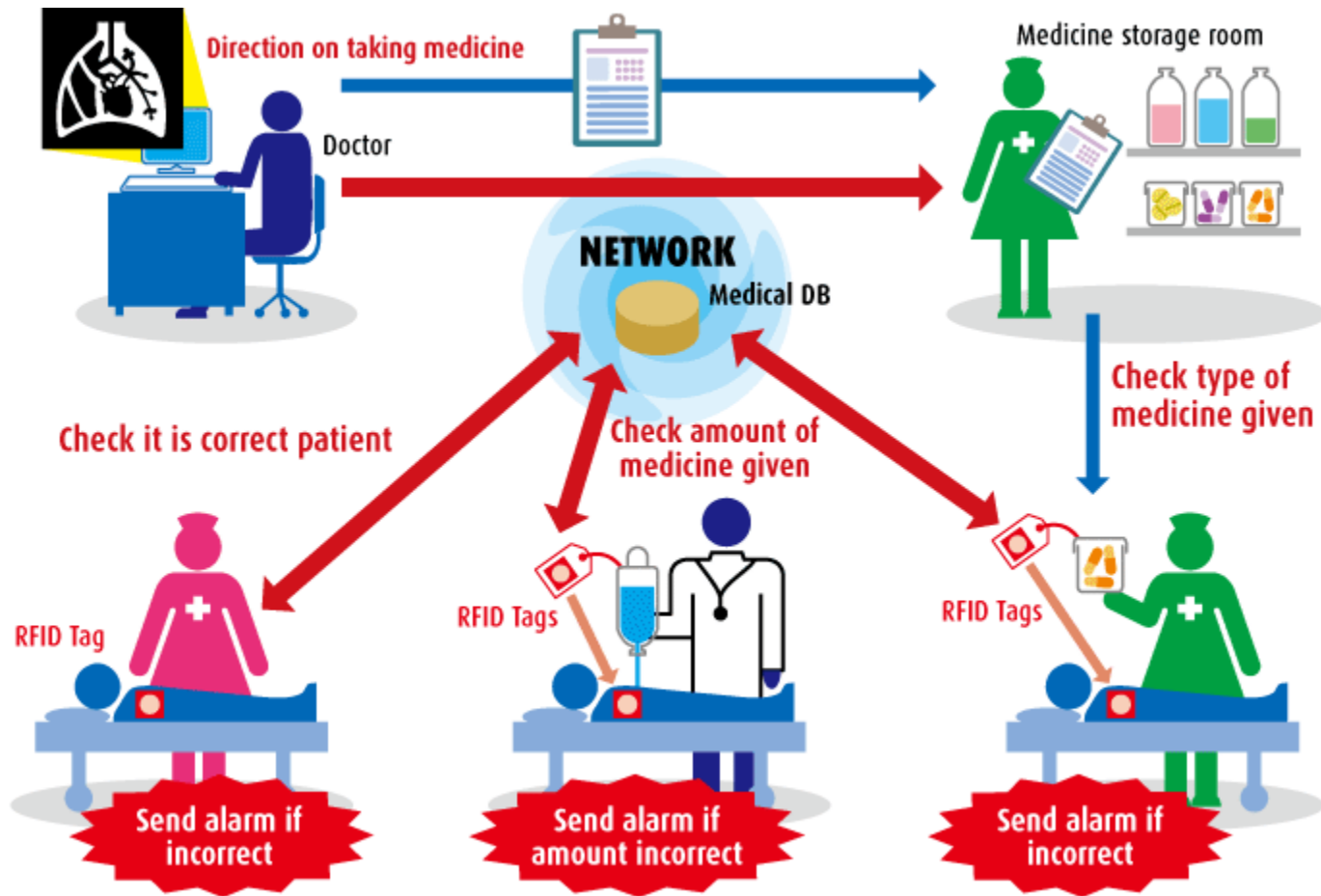
- L'utilizzo delle Information Technology in ambito sanitario ricade all'interno del dominio dell'HIT, sigla che sta a significare **Health Information Technology**.
- L'HIT fornisce un quadro generale per descrivere la gestione globale di dati sanitari attraverso sistemi informatizzati, e la loro condivisione tra gli attori coinvolti: pazienti, operatori sanitari e strutture sanitarie.
- L'Health Information Technology è visto come lo strumento più promettente per migliorare qualità sicurezza ed efficienza del servizio sanitario.
- I benefici che si ottengono dall'adozione delle IT in ambito sanitario sono:
  - migliorare la qualità del servizio sanitario (ad esempio utilizzando sistemi a supporto del processo diagnostico-terapeutico)
  - prevenire errori medici (ad esempio tramite l'utilizzo del sistema di refertazione di laboratorio di analisi chimico-cliniche, che permette di evitare la trascrizione dei risultati diagnostici e quindi di commettere errori)
  - ridurre i costi sanitari (l'informatizzazione porta a notevoli margini di recupero del tempo di lavoro prestato dagli operatori ai vari livelli per l'espletamento degli aspetti burocratici, di registrazione, aggiornamento e gestione dati)
  - migliorare l'efficienza amministrativa
  - ridurre il lavoro di ufficio (dematerializzazione dei documenti).

# Esempi di sistemi HIT (1)

- **Clinical Decision Support System (CDSS):** fornisce ai medici e infermieri in tempo reale il supporto alle attività di diagnosi, prognosi e terapia in ambito medico. Il sistema è basato sull'uso di metodologie e tecnologie di Basi di Dati, Machine Learning, Data Mining e Statistica Inferenziale e va da semplici avvisi e allarmi (ad esempio per un'errata prescrizione di un farmaco a cui il paziente è allergico), a pieni percorsi di cura e protocolli. Questa tecnologia può essere integrata all'interno di altre come il CPOE o la cartella clinica informatizzata (EMR).
- **Radio Frequency Identification (RFID):** questa tecnologia è basata sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari etichette elettroniche chiamate tag o trasponder, e sulla capacità di queste di rispondere all'interrogazione a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili, chiamati reader o interrogator. Questa identificazione avviene mediante radiofrequenza, grazie alla quale un reader è in grado di comunicare e/o aggiornare le informazioni contenute nei tag che sta interrogando. Infatti, nonostante il suo nome, un reader (ovvero: "lettore") non è solo in grado di leggere ma anche di scrivere informazioni. Quindi permette di tracciare il percorso clinico del paziente in ospedale, e collegare laboratorio e farmaci attraverso una comunicazione wireless. E' una tecnologia ancora non matura e non ampiamente usata, ma può essere un'alternativa al bar-coding.

# Esempi di sistemi HIT (2)

## Esempio di sistema RFID



# Esempi di sistemi HIT (3)

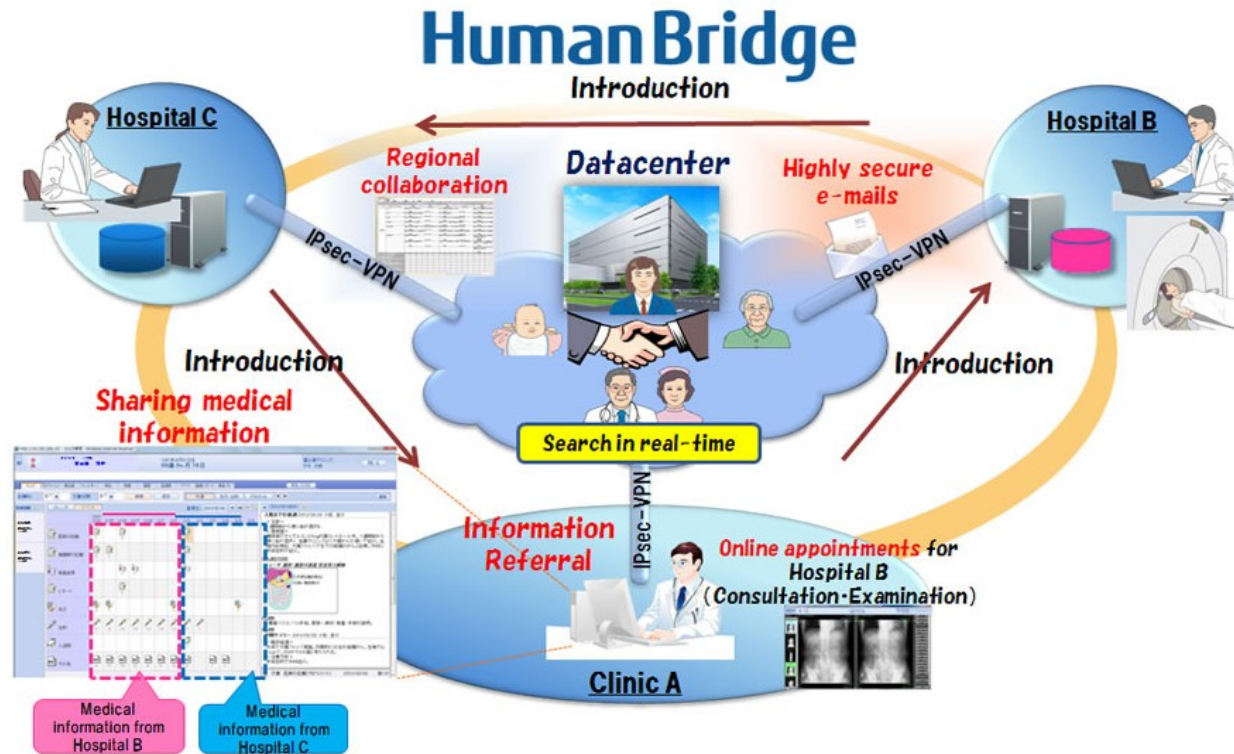
- **Automated Dispensing Machines (ADMs):** questa tecnologia è utilizzata per distribuire automaticamente le dosi di farmaci.
- **Electronic Materials Management (EMM):** è utilizzata per monitorare e gestire l'inventario delle forniture mediche, farmaci e altri materiali.
- **Computerized Physician Order Entry (CPOE):** è un'applicazione che accetta elettronicamente le prescrizioni mediche per il trattamento del paziente (soprattutto i ricoverati) sotto la sua cura, sostituendo la tradizionale prescrizione registrata manualmente nella documentazione clinica. Le prescrizioni possono essere inserite dal medico da PC o dal letto del paziente attraverso dispositivi mobili (palmari o tablet), permettendo di visualizzarle in qualunque momento su computer. La prescrizione informatizzata viene comunicata su una rete di computer rendendo chiara e leggibile la volontà del medico, ai servizi (farmacia, radiologia, laboratorio) e agli infermieri, i quali evitano così di trascriverla sul quaderno infermieristico, operazione ad alto rischio di errori. Si riducono così gli errori legati: alla scrittura a mano, alla prescrizione e somministrazione di farmaci (si riduce la possibilità di selezionare i farmaci per i quali il paziente ha una allergia nota). L'applicativo quindi, assiste il medico nelle decisioni ed incrementa l'utilizzo di terapie appropriate. Inoltre questa applicazione può essere interfacciata con il sistema di gestione del magazzino, in questo modo il sistema conosce il consumo e la giacenza di farmaci in deposito.

# Esempi di sistemi HIT (4)

- **Bar-Coding:** il bar-coding utilizzato in ambiente sanitario è del tutto simile a quello utilizzato in altri settori. Inizialmente fu usato per tracciare i farmaci, ma il suo utilizzo può essere esteso ad altri settori sanitari come radiologia, laboratori analisi e gestione dei macchinari medici. Il sistema è essenzialmente costituito da un lettore ottico e da bande identificative con codice a barre.
- **Electronic Medical Record (cartella clinica elettronica):** si intende il sistema che fornisce un supporto alla gestione informatizzata, aggiornata e integrata dei dati anagrafici, clinici e sanitari del paziente lungo tutto il ciclo di assistenza sanitaria all'interno dell'Azienda Ospedaliera. Permette quindi la comunicazione dei dati del paziente tra le diverse figure professionali (medici, infermieri, farmacie) o Electronic Health Record (EHR) è il fascicolo sanitario elettronico di un paziente, nel quale vengono raccolti tutti i documenti e tutti i dati prodotti nell'ambito di tutti gli eventi clinici che un singolo paziente ha subito l'ungo l'intero corso della propria vita.

# Virtual Healthcare Team

- è un sistema composto da professionisti dell'healthcare che collaborano fra loro e condividono le informazioni sui pazienti attraverso l'utilizzo di apparecchiature digitali, permettendo un approccio più completo e specialistico nei confronti dei casi clinici specifici



# Sistemi Informativi Sanitari

## ■ Health Information System (HIS)

-l'insieme integrato di strumenti informatici utilizzati in ambito sanitario per gestire i flussi amministrativi e clinici di un ospedale

## ■ Radiological Information System (RIS)

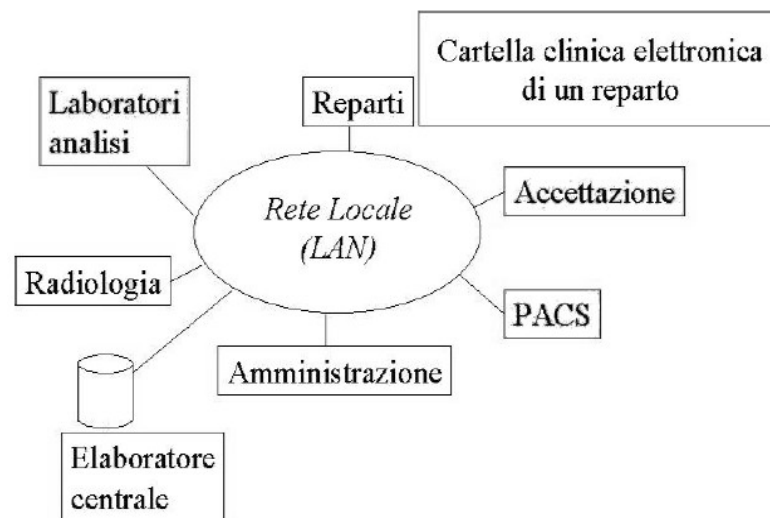
– è un sotto-insieme dell'HIS e ha il compito di gestire le informazioni generate nel reparto di radiologia, all'interno della struttura ospedaliera.

## ■ Picture Archiving and Communication System (PACS)

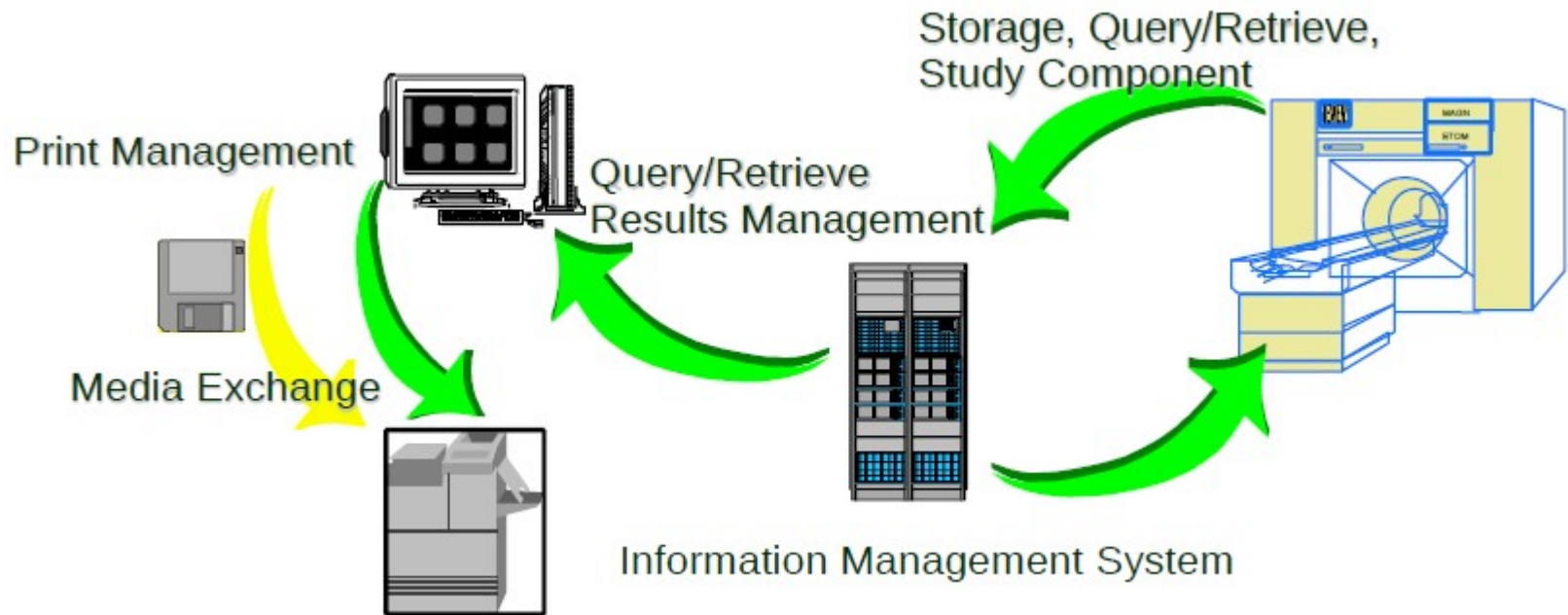
– è il sistema per l'archiviazione e comunicazione delle immagini

## ■ Laboratory Information System (LIS)

– Ha il compito di gestire le richieste dei pazienti e di ricevere, elaborare e memorizzare le informazioni generate dai macchinari del laboratorio di analisi.



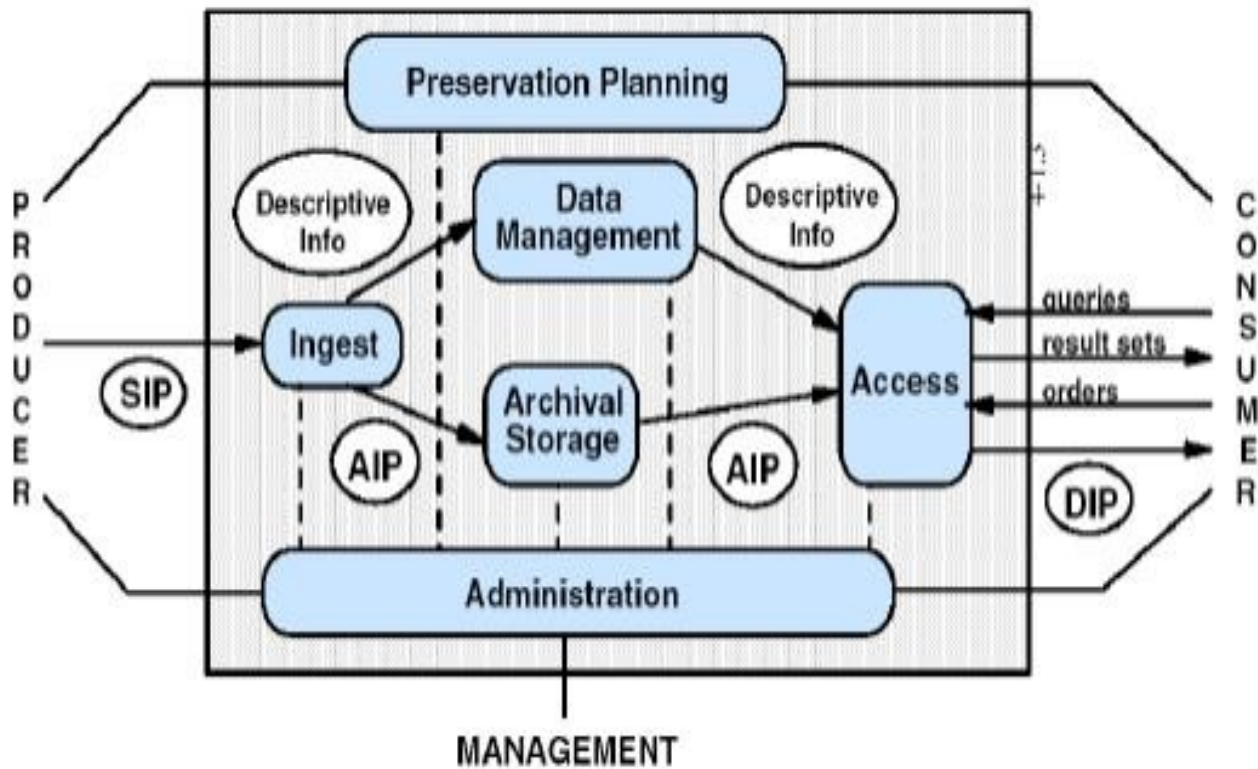
# Esempio di Sistema Informativo



# Il Modello OAIS

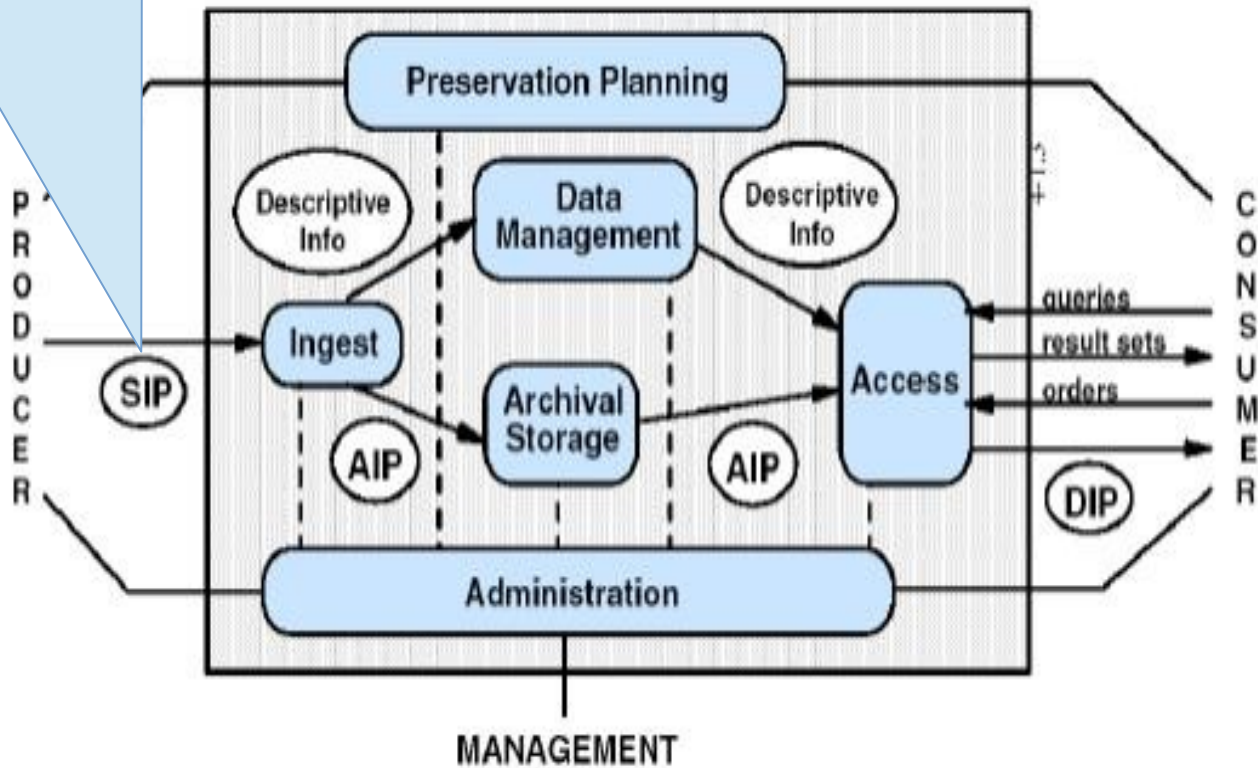
- Il modello Open Archival Information System (OAIS)
  - E' il più importante standard di riferimento per la conservazione digitale di contenuti informativi utilizzato dai sistemi sanitari Europei
  - Standard ISO aggiornato nel 2012
  - Definisce concetti, modelli e funzionalità inerenti agli archivi digitali e gli aspetti di digital preservation
  - Esso è costituito da:
    - da **un ambiente** all'interno del quale opera
    - dalle **componenti funzionali**, dalle responsabilità relative alla conservazione
    - dagli **oggetti informativi** acquisiti, gestiti e messi a disposizione degli utenti.

# Il Modello OAIS



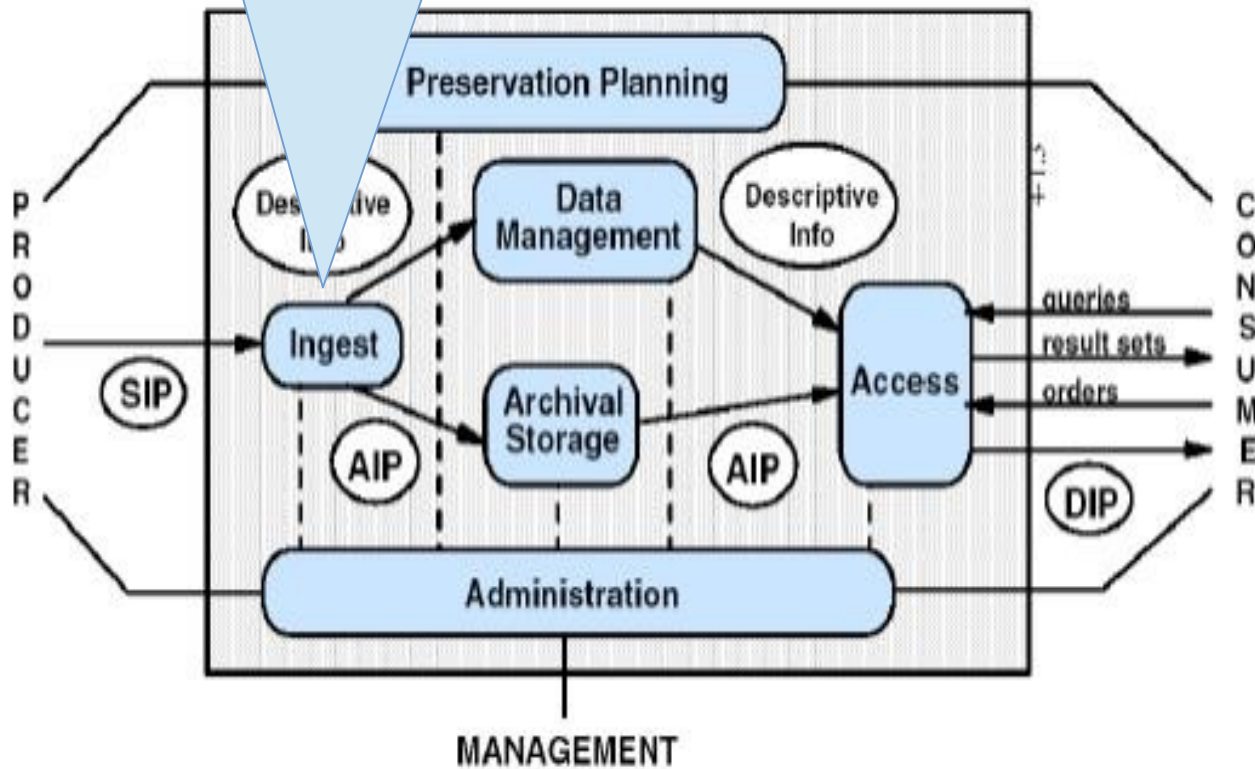
# Il Modello OAIS

Il Submission Information Package (SIP) è il pacchetto informativo inviato dal produttore e gestito in fase di acquisizione (ingest), insieme ai metadati



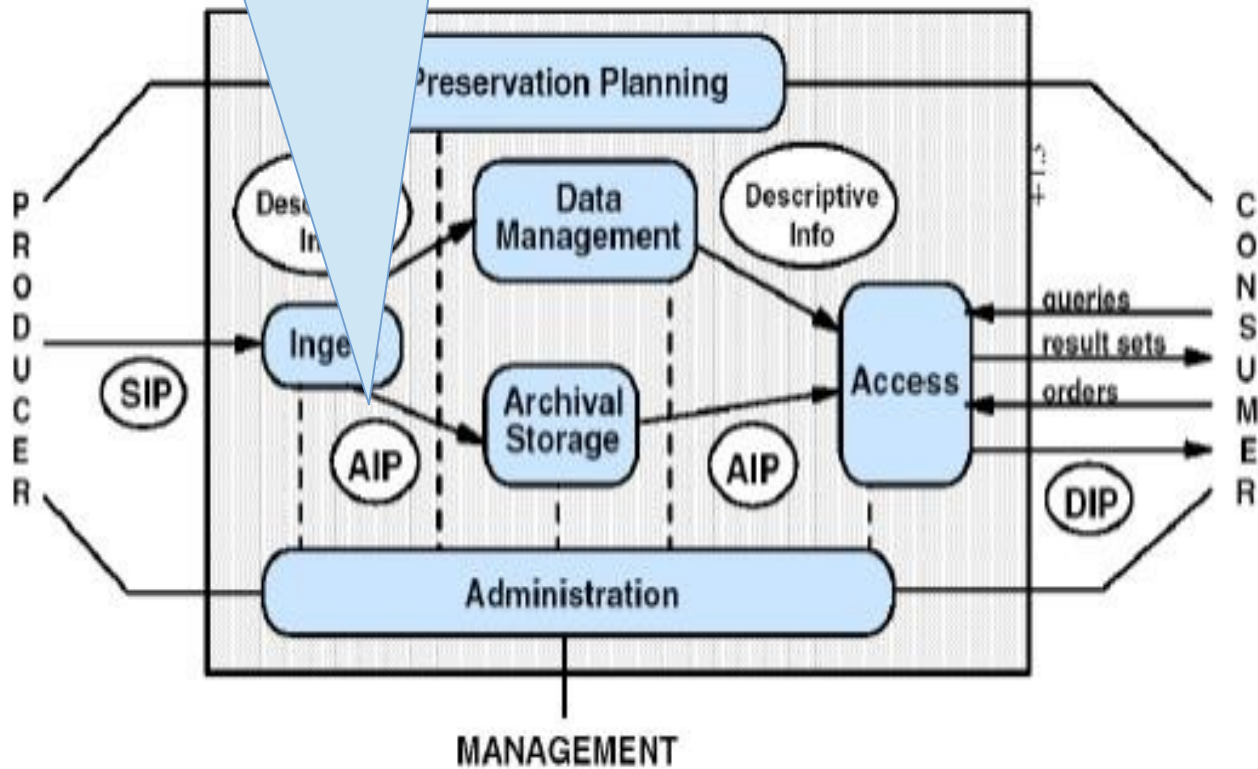
# Il Modello OAIS

l'Ingest (Acquisizione), cioè l'insieme dei processi responsabili dell'accettazione delle risorse digitali inviate dai Produttori e della loro preparazione per l'inserimento nell'archiviazione



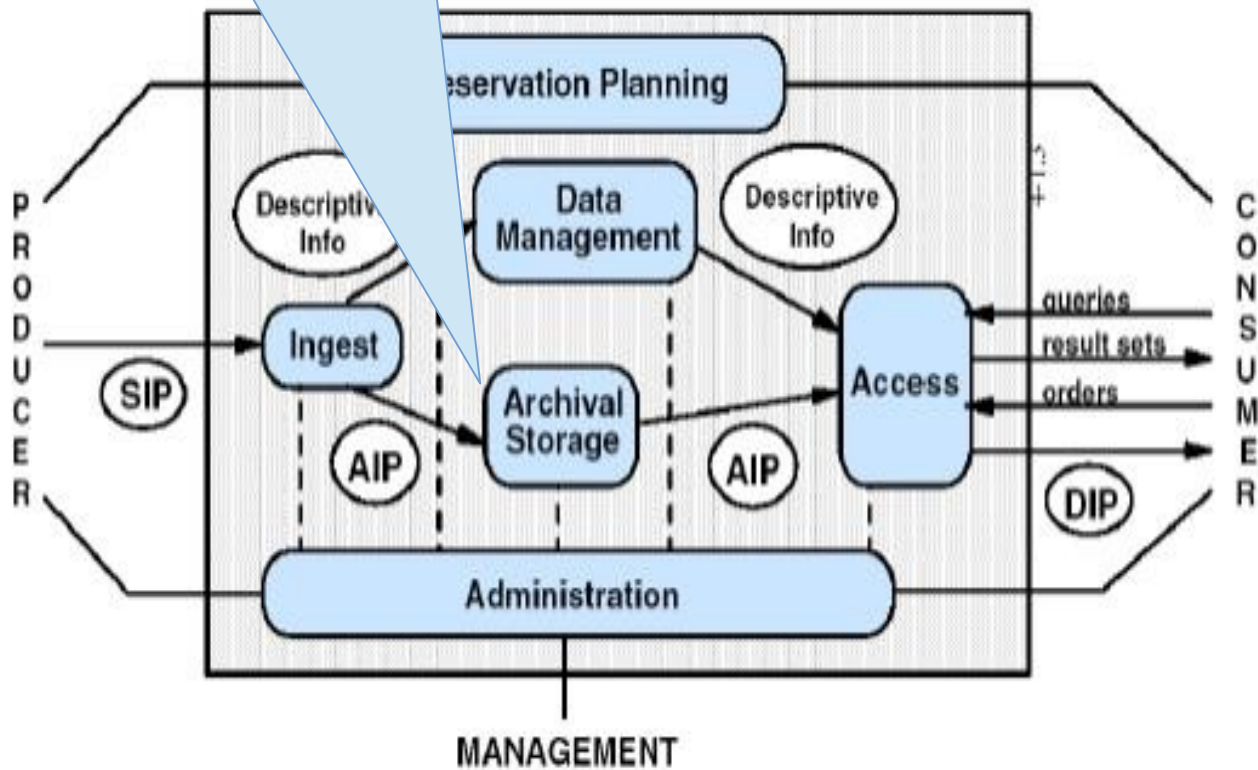
# Il Modello OAIS

L' Archival Information Package (AIP) sono i pacchetti per la conservazione dati a lungo termine



# Il Modello OAIS

L' Archival Storage gestisce la memorizzazione a lungo Termine e il recupero dei dati digitali



# Interoperabilità ed HL7 (1)

- Problematiche di interoperabilità
  - Sistemi informativi e applicativi diversi
  - Interoperabilità tra applicativi diversi tramite Standard
- Soluzione: HL7
  - HL7 si riferisce al settimo livello (applicazione) della pila ISO/OSI
  - L'obbiettivo è quello di progettare standard per l'interoperabilità per migliorare l'assistenza sanitaria, ottimizzare il flusso di lavoro e ridurre gli errori
  - Tre aree tematiche
    - Standard concettuali (HL7 RIM)
    - Standard per la documentazione (HL7 CDA)
    - Standard per la messaggistica (HL7v.3.0)

## Interoperabilità ed HL7 (2)

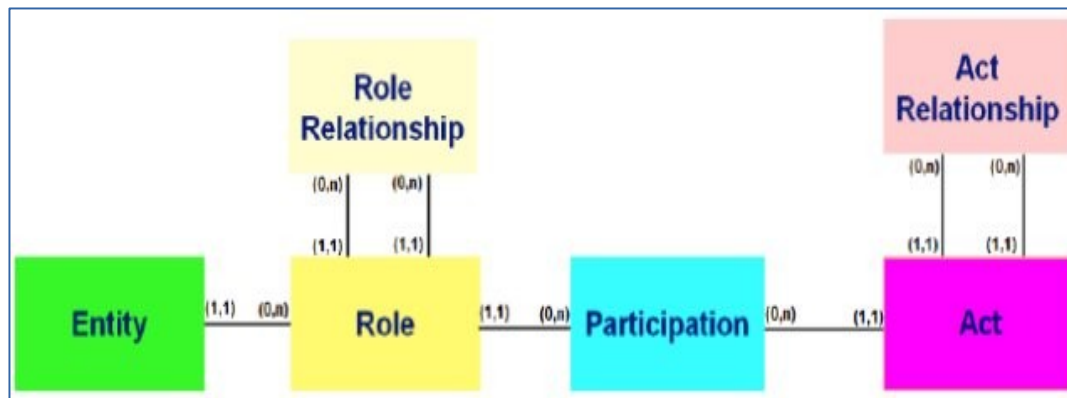
- HL7 (Health Level 7) è un'associazione no-profit nata negli Stati Uniti nel 1987 allo scopo di promuovere standard internazionali nell'ambito dei sistemi informativi presenti in una azienda sanitaria, quali HIS (Hospital Information System), LIS (Laboratory Information System) e RIS (Radiology Information System), per l'assistenza sanitaria. HL7 sviluppa standard concettuali (HL7 RIM), di documentazione (CDA), di applicazione (CCOW) e di messaggistica (HL7 version 3.0).
- Nel 1994 l'organizzazione ha ottenuto da parte dell'ANSI (American National Standard Institute) la certificazione di SDOs (Standard Developing Organizations). La maggior parte delle SDO producono standard per un particolare aspetto della sanità (Farmacia, attrezzature mediche, immagini, transazioni finanziarie). L'area di interesse dell'HL7 è quella clinica ed amministrativa, anche se ultimamente si è estesa all'intera organizzazione sanitaria.

## Interoperabilità ed HL7 (3)

- A partire dall'anno 1995 l'associazione ha iniziato a espandersi anche all'estero in quanto venne introdotto un gruppo di lavoro anche in Germania.
- Lo standard viene sviluppato con risorse offerte volontariamente da numerose organizzazioni (cliniche, industrie, agenzie governative, consulenti, organizzazioni che forniscono o rimborsano l'assistenza).
- Circa 40 gruppi di lavoro (Technical Committees e Special Interest Groups) si riuniscono per una settimana tre volte l'anno, ma idee e materiali tecnici vengono elaborati con un lavoro continuo tramite e-mail, conferenze telefoniche settimanali o incontri ad hoc. I comitati tecnici sono direttamente responsabili per la definizione delle specifiche degli standard.
- Il nome dello standard HL7 serve a sottolineare che tutte le soluzioni proposte lavorano al 7 livello della gerarchia ISO/OSI (International Standard Organization/Open Systems Interconnection), ossia a livello applicazione

# Vantaggi di HL7 v3

- HL7v2
  - Formato testo/ascii
  - Difficile da gestire
- HL7v3
  - Le informazioni vengono rappresentate con schemi XML
  - Più robusto e versatile rispetto alla v2
  - Modello alla struttura delle informazioni (paradigma ad oggetti)
  - Estendibilità



# Vantaggi di HL7 v3

- HL7 RIM (Reference Information Model)
  - Nel 2006 standard ISO/HL7 21731.
  - Esprime il contenuto delle informazioni, la semantica e la connessione lessicale.
- Modello delle informazioni:
  - struttura ad oggetti con diagrammi UML
  - 6 classi descrivono le interazioni in un contesto clinico
- Il messaggio è composto:
  - Transmission wrapper (informazione applicazioni, strutture e protocollo)
  - Trigger Event Control Act wrapper
  - Domain Content (prestazione medica, risultato, dati del medico e paziente)

# Lo Standard CDA

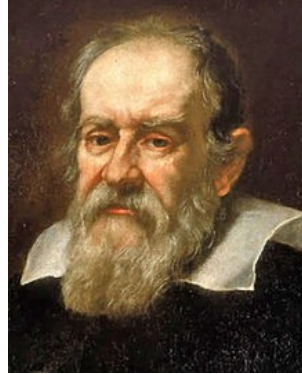
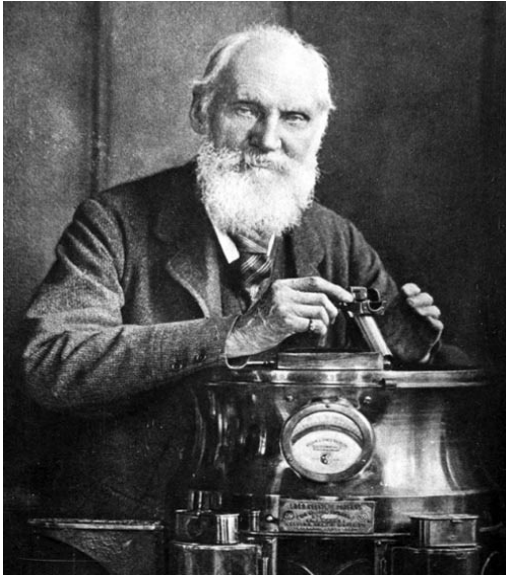
- Fondamentale in HL7v3
- Definisce struttura e semantica di documenti clinici scritti in XML
- Informazioni: testo, immagini, suoni
- Struttura ad albero
- Differenti blocchi informativi (paziente, medico, struttura sanitaria)
- Header e Body

```
<ClinicalDocument>
  ... CDA Header ...
  <StructuredBody>
    <section>
      <text>...</text>
      <Observation>...</Observation>
      <Observation>
        <reference>
          <ExternalObservation>...</ExternalObservati
on>
        </reference>
      </Observation>
    </section>
    <section>
      <section>...</section>
    </section>
  </StructuredBody>
</ClinicalDocument>
```

# Esempio di Dispositivi Medici ed Ambiti di Applicazione

- Ogni sistema fisiologico:
  - Cardiovascolare (trasporto ossigeno)
  - Respiratorio (scambio gassoso)
  - Nervoso (decodifica e trasmissione delle informazioni per via elettrica)
  - Endocrino (decodifica e trasmissione delle informazioni per via chimica)
  - ...

# Approccio ingegneristico: la misura

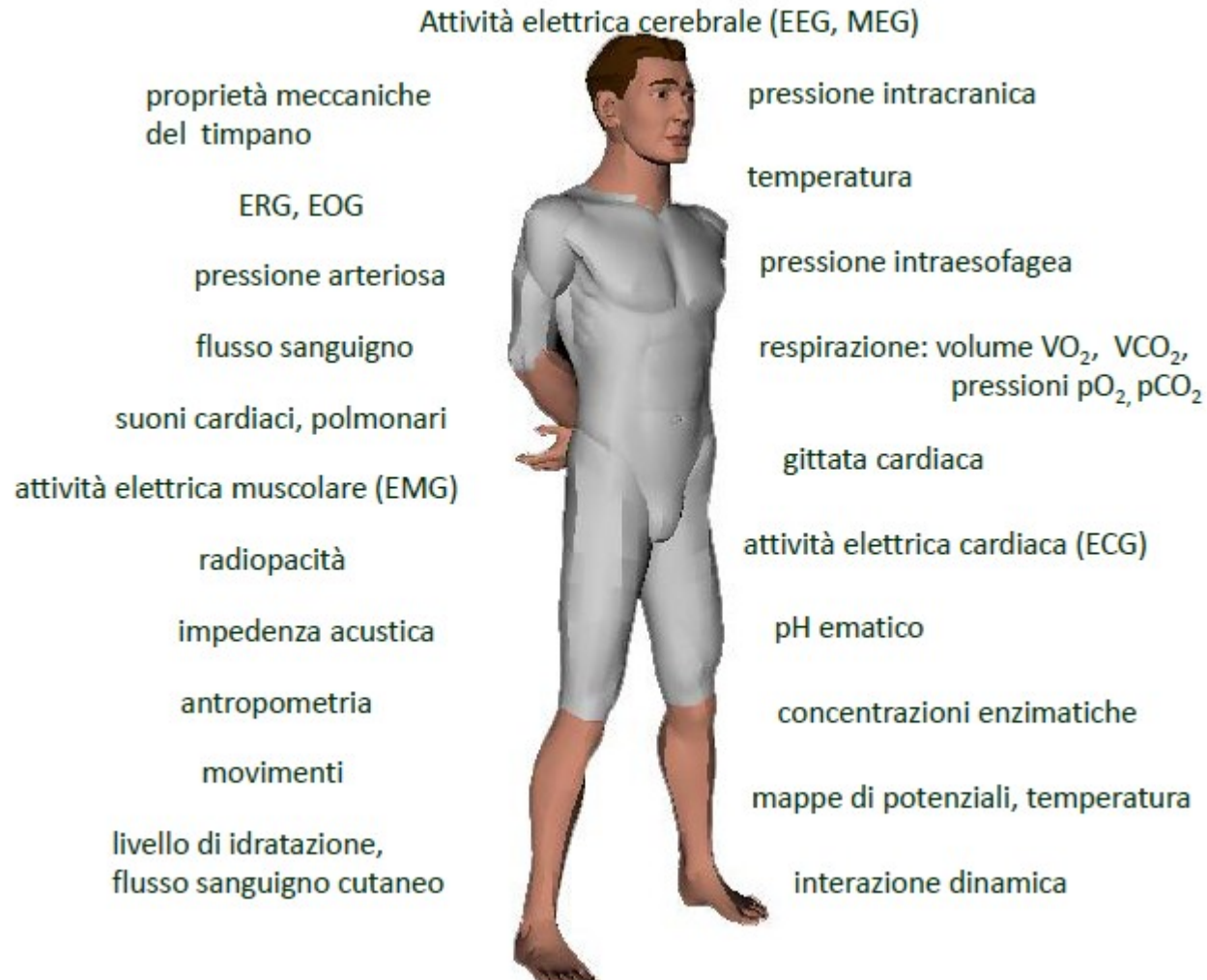


Misurare ciò che è misurabile e rendere misurabile ciò che non lo è  
**Galileo Galilei (1564-1642)**

When you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot measure it, when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind; it may be the beginning of knowledge, but you have scarcely in your thoughts advanced to the state of Science, whatever the matter may be.

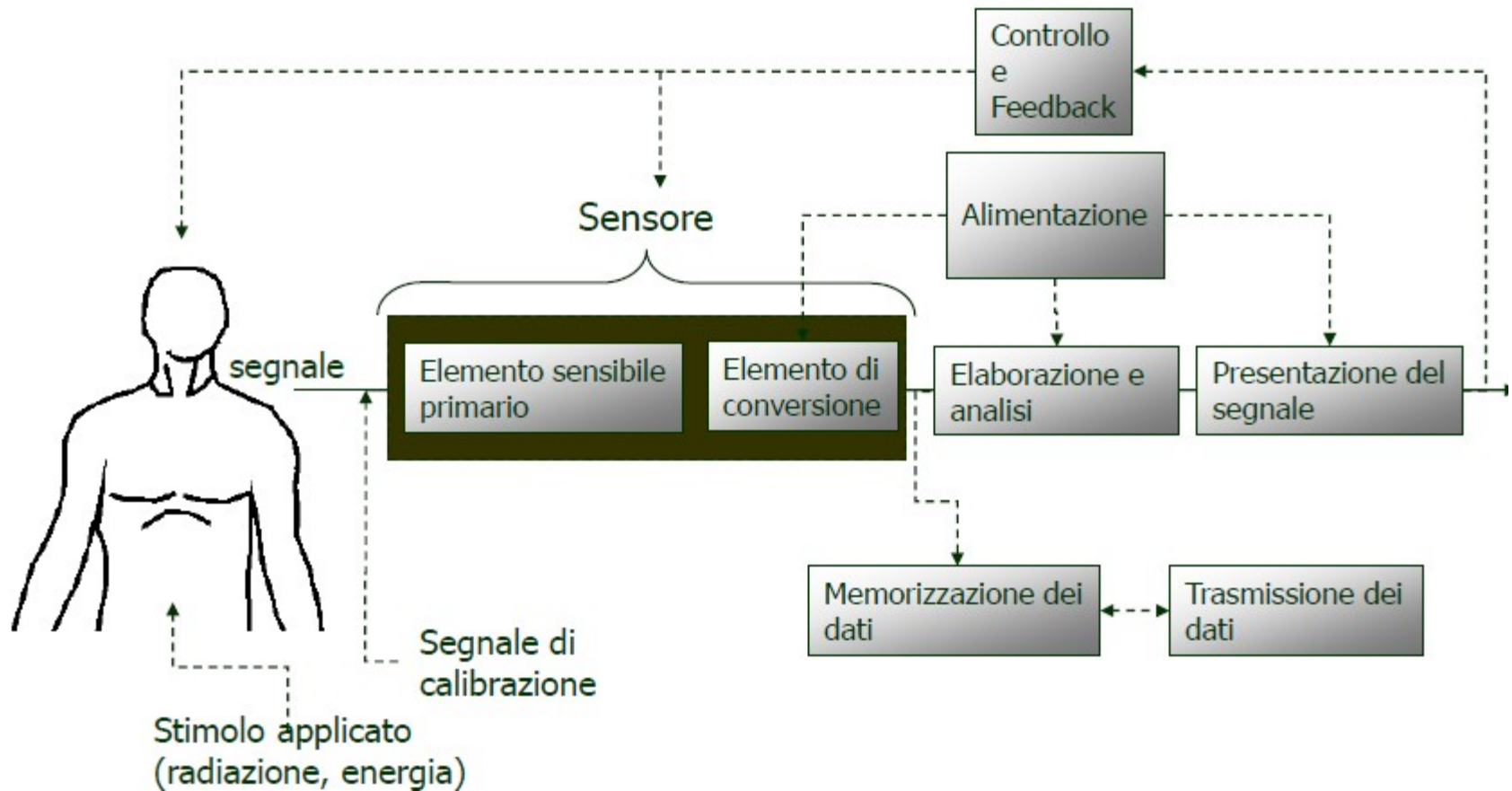
**Lord Kelvin (1827 -1907)**

# Esempio di grandezze biomediche misurabili



# Analisi dei biosegnali

Interazione: Misurare, elaborare, analizzare, presentare un biosegnale



# Cosa è un segnale?

- E' una variazione nel tempo e/o nello spazio di una informazione (quantità fisica)

# Cosa è un biosegnale?

- E' una variazione nel tempo e/o nello spazio di una quantità fisica proveniente da un sistema biologico

Ogni segnale è una fluttuazione di una forma di energia

# Biosegnali

Energia	Variabile	Misure biomediche
Chimica	Attività chimica e/o concentrazione	Correnti ioniche, O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , concentrazioni ormonali, etc
Meccanica	Posizione, forza, pressione	Movimenti muscolari, pressione cardiovascolare
Elettrica	Voltaggio, corrente	ECG, EEG, EMG, EOG, ERG, EGG
Termica	Temperatura	Temperatura del corpo e termografia

Ad ogni fluttuazione di energia è associata una variabile che decodifica l'informazione trasportata

# Origine dei Biosegnali: Basali

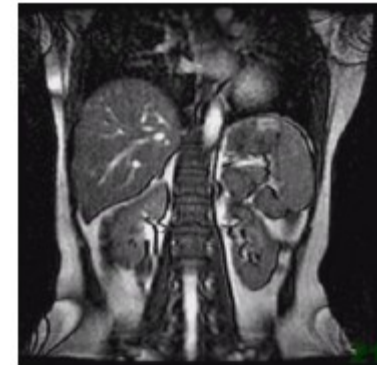
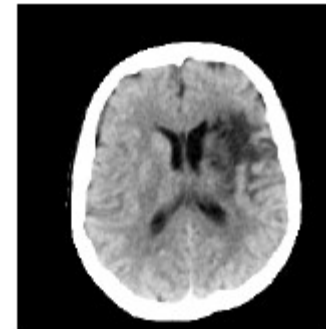
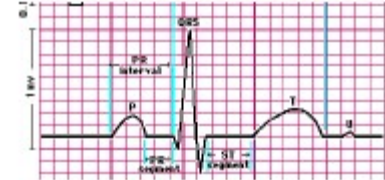
- sono segnali legati alla fisiopatologia, cioè al funzionamento normale o in presenza di malattia, dell'organismo vivente
  - Esempi:
    - attività elettrica cerebrale ( => elettroencefalografia)
    - attività elettrica cardiaca ( => elettrocardiografia)
    - flussi ematici
    - pressione arteriosa
    - temperatura basale

# Origine dei Biosegnali: Evocati

- sono segnali ottenuti come risposta ad un determinato stimolo imposto dall'esterno
  - Esempi:
    - potenziali evocati
    - gittata cardiaca (metodo della diluizione)
    - configurazione arterie coronariche (angiografia)
    - immagini diagnostiche (radiologia, TAC, RMN)

# Classificazione dei biosegnali (1)

- Classificazione per variabile indipendente:
  - Segnali Temporal: è il tempo la variabile indipendente più importante che li caratterizza (segnali bioelettrici)
  - Segnali Spaziali: è lo spazio la variabile indipendente più importante che li caratterizza (bioimmagini, mappe)
  - Segnali Spazio-temporali: spazio e tempo concorrono come variabili indipendenti (ecocardiografia dinamica, RMN funzionale, TAC 4D, fluoroscopia)



# Classificazione dei biosegnali (2)

- Classificazione per natura della grandezza caratterizzante:
  - Segnali elettrici
  - Segnali chimici
  - Segnali magnetici
  - Segnali meccanici
  - Segnali termici
  
- Classificazione per sistema biologico che li ha generati:
  - Sistema cardiovascolare
  - Sistema nervoso
  - Sistema endocrino
  - Apparato muscolo-scheletrico