

10/10/2025

Lab software

Obiettivo: costruire un digital twin per la gestione di un paziente cronico. I digital twin, che sono propri di qualunque area, non solo dell'ingegneria biomedica, sono definiti come una replica artificiale, intelligente e virtuale di un sistema fisico. Da una parte c'è il sistema fisico, dall'altra il gemello virtuale. Non è un modello statico ma si aggiorna continuamente interagendo con il sistema fisico.

Se voglio costruire un digital twin posso usare:

- **Intelligenza artificiale**, soprattutto per gli strumenti di aggregazione dati e apprendimento delle caratteristiche del nostro sistema fisico, quindi una personalizzazione del gemello che parte con una struttura che viene definita in generale per una certa tipologia di paziente ma che si personalizza per quello che ci serve;
- **Sensori**, è necessario l'utilizzo di sensori che permettono l'acquisizione dei dati;
- **Modelli** che possono essere basati su intelligenza artificiale o meno, sono utili per simulare e predire, cioè a partire dai dati attualmente a disposizione si può provare a simulare l'effetto di una nuova terapia su uno specifico paziente, o si può predire l'evoluzione dello stato clinico del paziente. I modelli sono quindi la rappresentazione di parti del sistema fisico.
- **Software medicali**, legati a dati e gestione dei dati, come app, cartella clinica ecc.

Tutto questo insieme va a costruire il digital twin.

Il digital twin serve a:

- Valutar effetti di un trattamento
- Predire l'evoluzione di uno stato clinico
- Interagire con i sanitari, sia per mandare informazioni che consentire l'uso di applicazioni di telemedicina, andando così a dare al sanitario tutta una serie di informazioni che altrimenti dovrebbe acquisire avendo il paziente direttamente nel suo studio.

Nel nostro caso il sistema di cui vogliamo costruire il digital twin è formato da un centro che gestisce il paziente cronico che può essere:

- all'interno di un ospedale,
- basato su assistenza territoriale
- un centro specialistico (anche privato).

Tra le attività del centro c'è la gestione del paziente clinico e come attore generico si può individuare l'operatore sanitario. Tutto questo costituisce il sistema di cui vogliamo costruire il modello digitale.



Il sistema è dato da una serie di entità correlate da relazioni diverse. L'operatore sanitario, ad esempio, potrebbe declinarsi in medico, infermiere, fisioterapisti. Questi interagiscono con il paziente in modi e momenti diversi: ad esempio, medico e infermiere possono lavorare insieme per la valutazione dell'inserimento del paziente (lega medico, infermiere, paziente). Un'altra attività è la gestione che lega, ad esempio, fisioterapista, medico e paziente. Se ragioniamo nello sviluppo del digital twin

questo viene usato nella gestione (quindi in realtà la parte iniziale di valutazione dell'inserimento del paziente nel nostro caso non serve).

All'interno della gestione rientrano i processi di:

- analisi, ad esempio quotidiana o settimanale, dei dati del paziente
- programmazione di visite (se si nota la necessità di interazione e valutazione dello stato del paziente tramite una visita)
- risposta a un allarme che arriva dal digital twin
- il paziente che inserisce dei dati tenendo un diario, inserendo note o informazioni derivate da un'attività di monitoraggio manuale.
- Piattaforma per il telemonitoraggio che si lega da un lato alla gestione e dall'altro al paziente

Di seguito i processi individuati:

- 1) Inserimento del paziente nel percorso di gestione/monitoraggio: l'evento che fa partire il processo è la decisione di inserire il paziente nel percorso. Non c'è la fase di valutazione, quella la assumiamo come se fosse già stata fatta. A questo punto la prima attività è associare un medico di riferimento (mentre gli altri operatori sanitari non sono associati); questo non preclude ad altri medici di intervenire, ma c'è questa associazione medico-paziente per cui il medico diventa responsabile di controlli periodici per verificare che tutto stia procedendo correttamente.

Il medico fa partire una cartella specialistica legata alle attività che dovrà fare il paziente, cartella con cui interagirà il digital twin; inoltre, questa cartella è uno dei software del centro. Nella cartella specialistica ci sarà il piano di telemonitoraggio in cui il medico deciderà se dare al paziente un monitoraggio completo di tutti i parametri possibili o se selezionare un sottoinsieme di questi.

A questo punto ci sono due cose da fare: consegnare al paziente tutta la sensoristica per il monitoraggio e inizializzare il digital twin che interagirà sia con la piattaforma di telemonitoraggio che con il paziente attraverso una app o cose simili. Dal momento che stiamo cercando di definire le caratteristiche del digital twin, e sappiamo che in questa fase va inizializzato, dobbiamo considerare una scheda con i dati del paziente (anagrafiche, diagnosi, terapia del paziente e tutte le informazioni che possono essere poi utilizzate). Nel momento in cui il paziente ha ricevuto la sensoristica e tutto ciò che gli serve per interagire con il digital twin si chiude la fase di inserimento e inizia la fase di monitoraggio del paziente.

- 2) Operatore sanitario valuta stato clinico del paziente, questo avviene a fronte di una segnalazione del digital twin che ha evidenziato variazioni nello stato clinico. Questo vuol dire che l'operatore sanitario al pc andrà a vedere i dati della storia clinica del paziente e quelli raccolti dal digital twin in un intervallo di tempo. A seguito di questa valutazione l'operatore darà un risultato che può essere di tre tipologie:
 - a) non ci sono alterazioni significative dello stato clinico,
 - b) è necessaria una visita di approfondimento per vedere se c'è qualcosa che va modificato in termini di terapia o monitoraggio,
 - c) è necessario aggiornare e modificare alcuni dei parametri del digital twin per andare a fare una valutazione più frequente dello stato clinico (una sorta di situazione da attenzione per valutare cosa sta succedendo).

- 3) Paziente inserisce informazioni che possono essere di 3 tipologie:
 - diario clinico, perché è stato detto al paziente di riportare giornalmente una sua situazione personale. Il paziente avrà quindi a disposizione la possibilità di selezionare l'inserimento di nuove informazioni nel diario clinico.
 - inserimento di note, qualcosa non particolarmente clinico tipo "per la prossima settimana non sarò presso il mio domicilio" o inserire dati tipo peso o cose così
 - monitoraggio manuale che può essere considerato continuo o attraverso una piattaforma di telemonitoraggio; in questo caso l'unità che il paziente sta usando a intervalli predefiniti può inviare i valori acquisiti.
- 4) Monitoraggio parametri fisiologici
- 5) Sistema alert, si attiva ogni volta che il digital twin acquisisce nuovi dati per fare una valutazione di questi e quindi poi eventualmente individuare delle variazioni nello stato clinico che necessitano di attenzione, e a quel punto si passa all'invio di informazioni al medico di riferimento.

Alcuni di questi processi sono più complessi anche a livello di macro-attività.

Nel lab si inizia a lavorare sulla modellizzazione dei processi per capire quali dati mancano. Durante il lab dobbiamo inizialmente costruire la modellizzazione del processo proprio per vedere se mancano delle attività. Questo si fa attraverso 3 diagrammi e bisogna rappresentare 5 processi attraverso synopsis, workflow per le macro-attività e lo swim lane per il dettaglio.

Draw.io/lucid.app