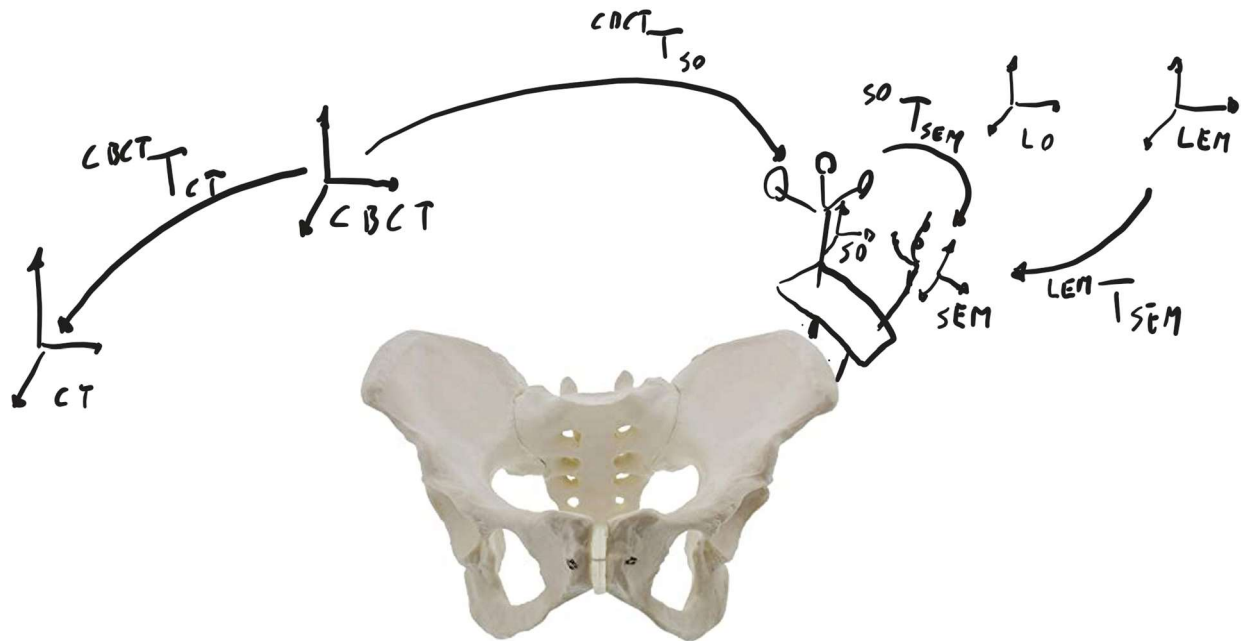


- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) È consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. È consentito parlare solo col docente.

## TESTO DELLA PROVA

Un intervento per resezione pelvica è guidato con un sistema di navigazione che utilizza sia localizzazione ottica che elettromagnetica ed uno scanner CBCT (Cone Beam CT) intraoperatorio. L'intervento prevede un planning su immagini CT preoperatorie registrate con algoritmo 3D/3D rispetto all'immagine CBCT. Prima dell'acquisizione delle immagini CBCT al bacino del paziente viene applicato un supporto dotato di doppio sensore ottico (SO) ed elettromagnetico (SEM). La seguente immagine mostra le trasformazioni coinvolte:



### Quesito 1 (Punti 6)

Dato un generico punto del planning  $P_{CT}$ , determinare algebricamente la matrice  ${}^{LEM}T_{CT}$  che permette di registrare detto punto nel sistema di riferimento LEM del localizzatore elettromagnetico.

Quesito 2 (Punti 6)

Avendo ottenuto:

$${}^{LEM}T_{CT} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed avendo localizzato un punto target t sull'anatomia:

$$t_{LEM} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

quali dovrebbero essere le coordinate in CT di detto punto per avere TRE pari a zero?

Quesito 3 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di registrazione  ${}^{CBCT}T_{SO}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 4 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di calibrazione  ${}^{SO}T_{SEM}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento il supporto fissato al bacino si è allentato leggermente comportando un leggero movimento di pochi mm che è stato verificato (calcolando il TRE sul punto anatomico descritto al punto 2).

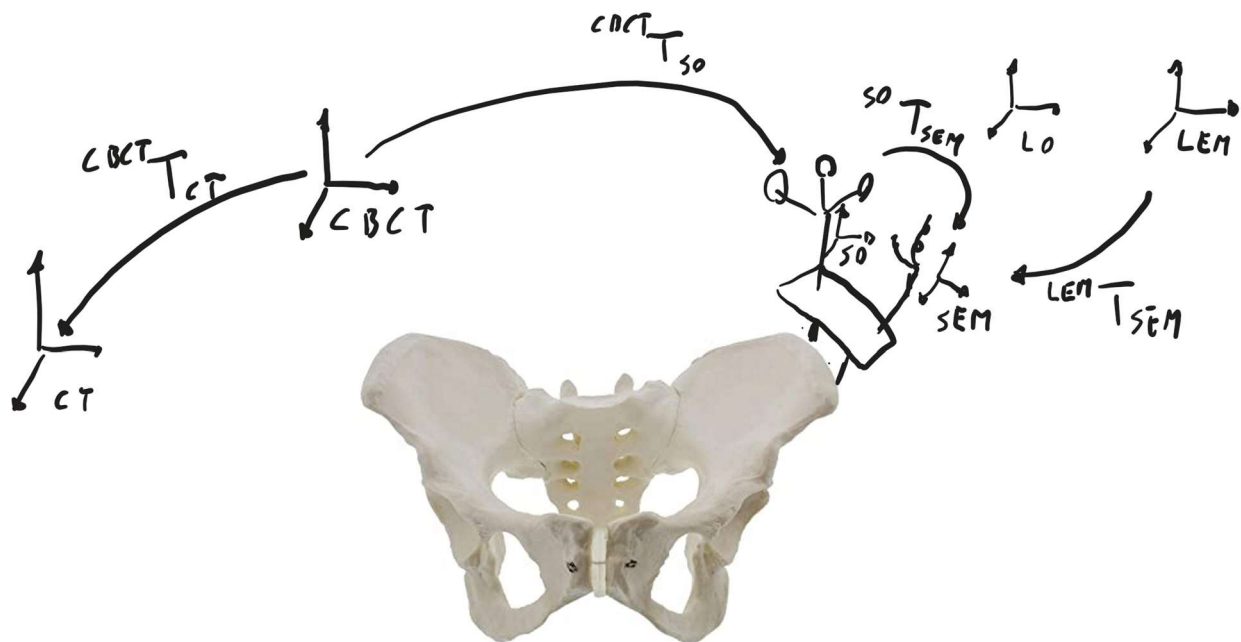
Una volta riavvitato saldamente il supporto, si procede con una registrazione con algoritmo ICP conoscendo la superficie dell'osso in CT ed acquisendola con il localizzatore ottico ottenendo la matrice di ottimizzazione  ${}^{SO}T_{CT\_raff}$  rispetto al sensore ottico.

Determinare algebricamente la nuova matrice  ${}^{LEM}T'_{CT}$  da utilizzare per il localizzatore elettromagnetico.

- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) È consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. È consentito parlare solo col docente.

## TESTO DELLA PROVA

Un intervento per resezione pelvica è guidato con un sistema di navigazione che utilizza sia localizzazione ottica che elettromagnetica ed uno scanner CBCT (Cone Beam CT) intraoperatorio. L'intervento prevede un planning su immagini CT preoperatorie registrate con algoritmo 3D/3D rispetto all'immagine CBCT. Prima dell'acquisizione delle immagini CBCT al bacino del paziente viene applicato un supporto dotato di doppio sensore ottico (SO) ed elettromagnetico (SEM). La seguente immagine mostra le trasformazioni coinvolte:



### Quesito 1 (Punti 6)

Dato un generico punto del planning  $P_{CT}$ , determinare algebricamente la matrice  ${}^{LEM}T_{CT}$  che permette di registrare detto punto nel sistema di riferimento LEM del localizzatore elettromagnetico.

Quesito 2 (Punti 6)

Avendo ottenuto:

$${}^{LEM}T_{CT} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed avendo localizzato un punto target t sull'anatomia:

$$t_{LEM} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

quali dovrebbero essere le coordinate in CT di detto punto per avere TRE pari a zero?

Quesito 3 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di registrazione  ${}^{CBCT}T_{SO}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 4 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di calibrazione  ${}^{SO}T_{SEM}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento il supporto fissato al bacino si è allentato leggermente comportando un leggero movimento di pochi mm che è stato verificato (calcolando il TRE sul punto anatomico descritto al punto 2).

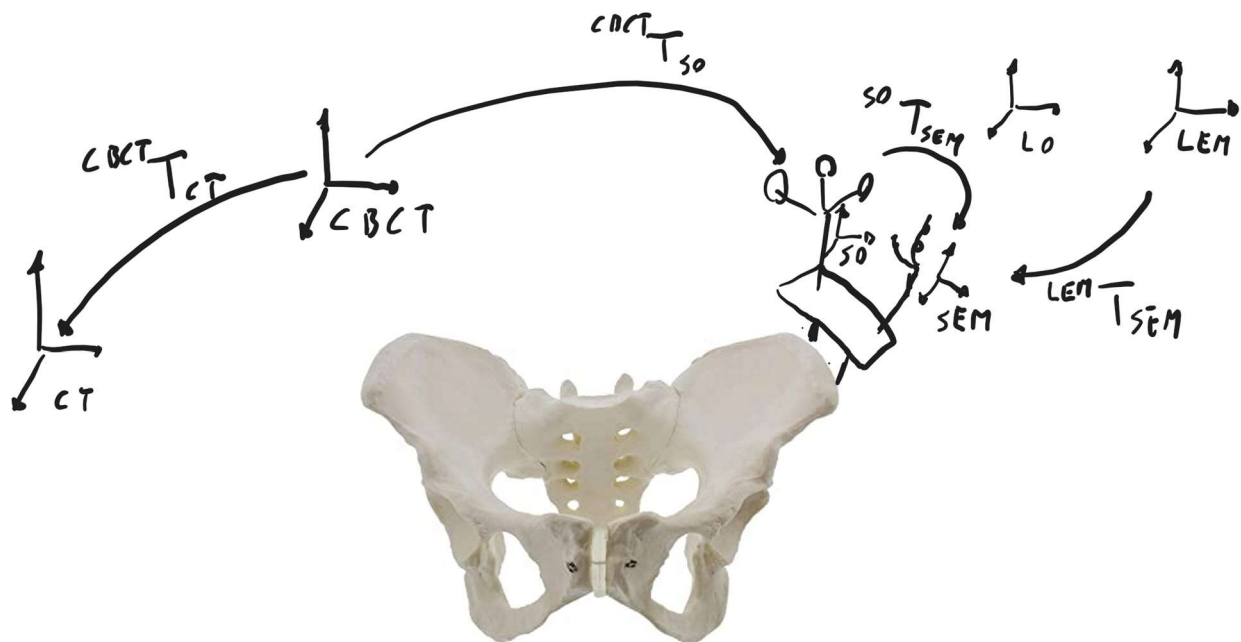
Una volta riavvitato saldamente il supporto, si procede con una registrazione con algoritmo ICP conoscendo la superficie dell'osso in CT ed acquisendola con il localizzatore ottico ottenendo la matrice di ottimizzazione  ${}^{SO}T_{CT\_raff}$  rispetto al sensore ottico.

Determinare algebricamente la nuova matrice  ${}^{LEM}T'_{CT}$  da utilizzare per il localizzatore elettromagnetico.

- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) È consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. È consentito parlare solo col docente.

## TESTO DELLA PROVA

Un intervento per resezione pelvica è guidato con un sistema di navigazione che utilizza sia localizzazione ottica che elettromagnetica ed uno scanner CBCT (Cone Beam CT) intraoperatorio. L'intervento prevede un planning su immagini CT preoperatorie registrate con algoritmo 3D/3D rispetto all'immagine CBCT. Prima dell'acquisizione delle immagini CBCT al bacino del paziente viene applicato un supporto dotato di doppio sensore ottico (SO) ed elettromagnetico (SEM). La seguente immagine mostra le trasformazioni coinvolte:



### Quesito 1 (Punti 6)

Dato un generico punto del planning  $P_{CT}$ , determinare algebricamente la matrice  ${}^{LEM}T_{CT}$  che permette di registrare detto punto nel sistema di riferimento LEM del localizzatore elettromagnetico.

Quesito 2 (Punti 6)

Avendo ottenuto:

$${}^{LEM}T_{CT} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed avendo localizzato un punto target t sull'anatomia:

$$t_{LEM} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

quali dovrebbero essere le coordinate in CT di detto punto per avere TRE pari a zero?

Quesito 3 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di registrazione  ${}^{CBCT}T_{SO}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 4 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di calibrazione  ${}^{SO}T_{SEM}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento il supporto fissato al bacino si è allentato leggermente comportando un leggero movimento di pochi mm che è stato verificato (calcolando il TRE sul punto anatomico descritto al punto 2).

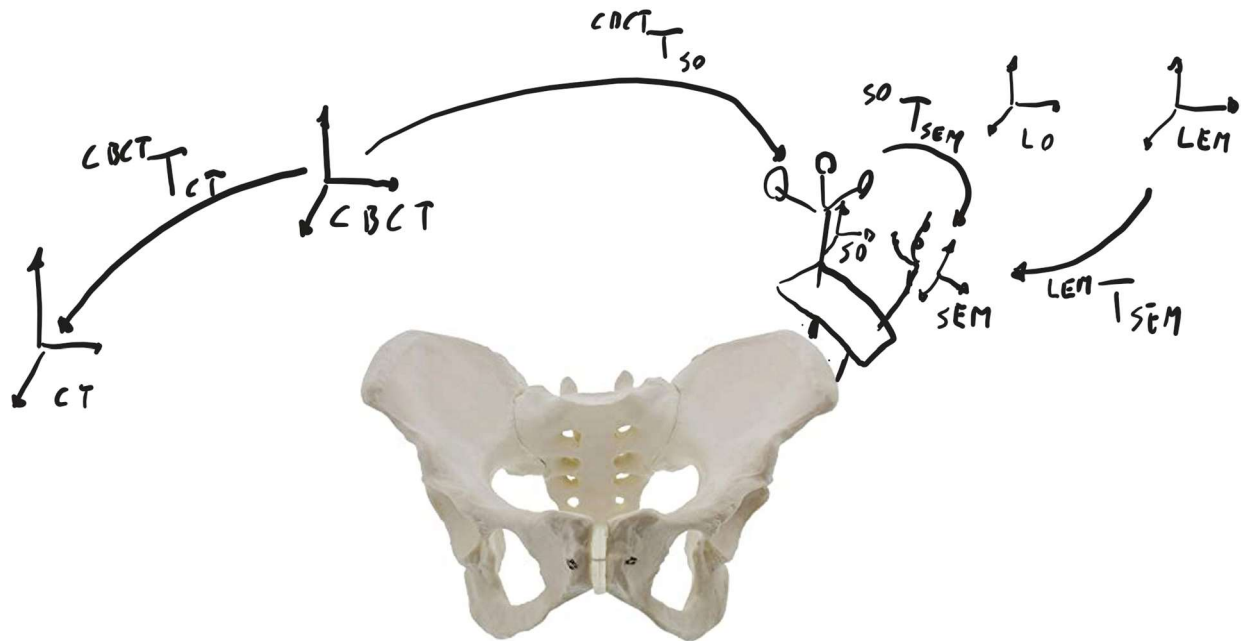
Una volta riavvitato saldamente il supporto, si procede con una registrazione con algoritmo ICP conoscendo la superficie dell'osso in CT ed acquisendola con il localizzatore ottico ottenendo la matrice di ottimizzazione  ${}^{SO}T_{CT\_raff}$  rispetto al sensore ottico.

Determinare algebricamente la nuova matrice  ${}^{LEM}T'_{CT}$  da utilizzare per il localizzatore elettromagnetico.

- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) È consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. È consentito parlare solo col docente.

## TESTO DELLA PROVA

Un intervento per resezione pelvica è guidato con un sistema di navigazione che utilizza sia localizzazione ottica che elettromagnetica ed uno scanner CBCT (Cone Beam CT) intraoperatorio. L'intervento prevede un planning su immagini CT preoperatorie registrate con algoritmo 3D/3D rispetto all'immagine CBCT. Prima dell'acquisizione delle immagini CBCT al bacino del paziente viene applicato un supporto dotato di doppio sensore ottico (SO) ed elettromagnetico (SEM). La seguente immagine mostra le trasformazioni coinvolte:



### Quesito 1 (Punti 6)

Dato un generico punto del planning  $P_{CT}$ , determinare algebricamente la matrice  ${}^{LEM}T_{CT}$  che permette di registrare detto punto nel sistema di riferimento LEM del localizzatore elettromagnetico.

Quesito 2 (Punti 6)

Avendo ottenuto:

$${}^{LEM}T_{CT} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed avendo localizzato un punto target t sull'anatomia:

$$t_{LEM} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

quali dovrebbero essere le coordinate in CT di detto punto per avere TRE pari a zero?

Quesito 3 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di registrazione  ${}^{CBCT}T_{SO}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 4 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di calibrazione  ${}^{SO}T_{SEM}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento il supporto fissato al bacino si è allentato leggermente comportando un leggero movimento di pochi mm che è stato verificato (calcolando il TRE sul punto anatomico descritto al punto 2).

Una volta riavvitato saldamente il supporto, si procede con una registrazione con algoritmo ICP conoscendo la superficie dell'osso in CT ed acquisendola con il localizzatore ottico ottenendo la matrice di ottimizzazione  ${}^{SO}T_{CT\_raff}$  rispetto al sensore ottico.

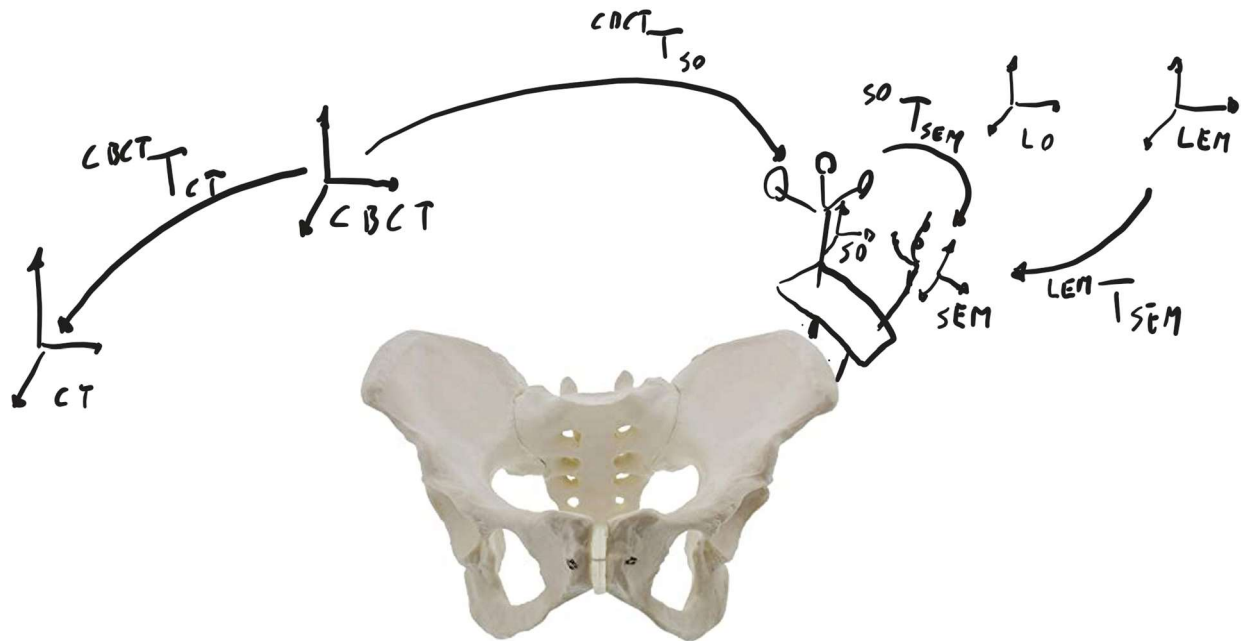
Determinare algebricamente la nuova matrice  ${}^{LEM}T'_{CT}$  da utilizzare per il localizzatore elettromagnetico.



- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) È consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. È consentito parlare solo col docente.

## TESTO DELLA PROVA

Un intervento per resezione pelvica è guidato con un sistema di navigazione che utilizza sia localizzazione ottica che elettromagnetica ed uno scanner CBCT (Cone Beam CT) intraoperatorio. L'intervento prevede un planning su immagini CT preoperatorie registrate con algoritmo 3D/3D rispetto all'immagine CBCT. Prima dell'acquisizione delle immagini CBCT al bacino del paziente viene applicato un supporto dotato di doppio sensore ottico (SO) ed elettromagnetico (SEM). La seguente immagine mostra le trasformazioni coinvolte:



### Quesito 1 (Punti 6)

Dato un generico punto del planning  $P_{CT}$ , determinare algebricamente la matrice  ${}^{LEM}T_{CT}$  che permette di registrare detto punto nel sistema di riferimento LEM del localizzatore elettromagnetico.

Quesito 2 (Punti 6)

Avendo ottenuto:

$${}^{LEM}T_{CT} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed avendo localizzato un punto target t sull'anatomia:

$$t_{LEM} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

quali dovrebbero essere le coordinate in CT di detto punto per avere TRE pari a zero?

Quesito 3 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di registrazione  ${}^{CBCT}T_{SO}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 4 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di calibrazione  ${}^{SO}T_{SEM}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento il supporto fissato al bacino si è allentato leggermente comportando un leggero movimento di pochi mm che è stato verificato (calcolando il TRE sul punto anatomico descritto al punto 2).

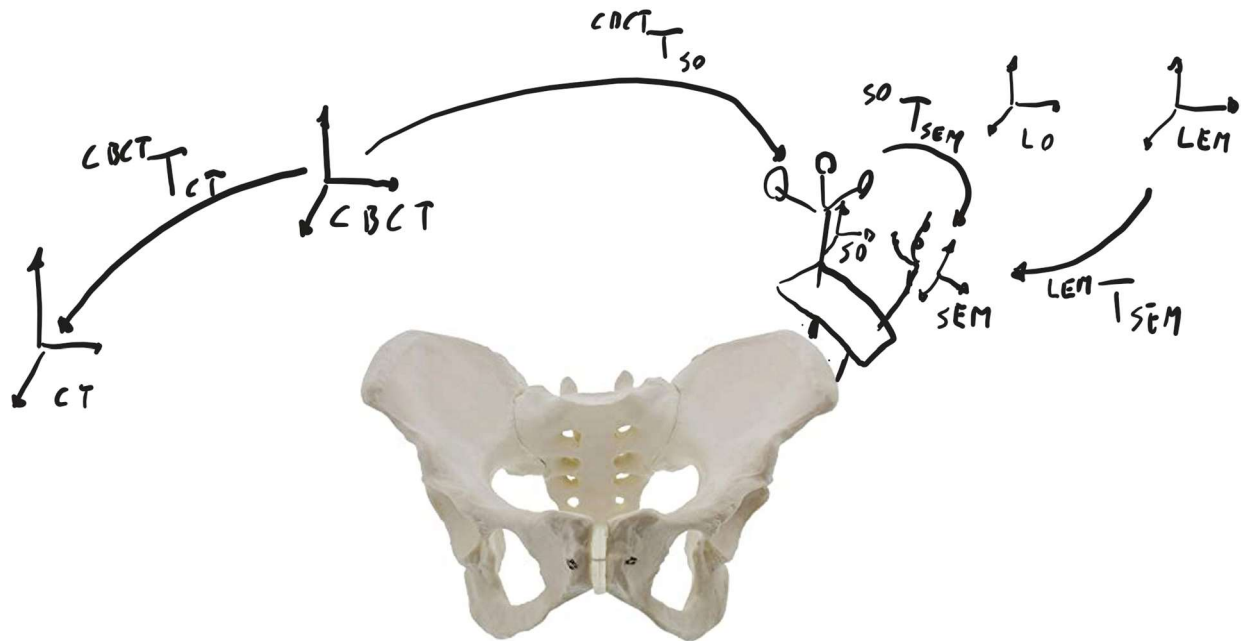
Una volta riavvitato saldamente il supporto, si procede con una registrazione con algoritmo ICP conoscendo la superficie dell'osso in CT ed acquisendola con il localizzatore ottico ottenendo la matrice di ottimizzazione  ${}^{SO}T_{CT\_raff}$  rispetto al sensore ottico.

Determinare algebricamente la nuova matrice  ${}^{LEM}T'_{CT}$  da utilizzare per il localizzatore elettromagnetico.

- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) È consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. È consentito parlare solo col docente.

## TESTO DELLA PROVA

Un intervento per resezione pelvica è guidato con un sistema di navigazione che utilizza sia localizzazione ottica che elettromagnetica ed uno scanner CBCT (Cone Beam CT) intraoperatorio. L'intervento prevede un planning su immagini CT preoperatorie registrate con algoritmo 3D/3D rispetto all'immagine CBCT. Prima dell'acquisizione delle immagini CBCT al bacino del paziente viene applicato un supporto dotato di doppio sensore ottico (SO) ed elettromagnetico (SEM). La seguente immagine mostra le trasformazioni coinvolte:



### Quesito 1 (Punti 6)

Dato un generico punto del planning  $P_{CT}$ , determinare algebricamente la matrice  ${}^{LEM}T_{CT}$  che permette di registrare detto punto nel sistema di riferimento LEM del localizzatore elettromagnetico.

Quesito 2 (Punti 6)

Avendo ottenuto:

$${}^{LEM}T_{CT} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed avendo localizzato un punto target t sull'anatomia:

$$t_{LEM} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

quali dovrebbero essere le coordinate in CT di detto punto per avere TRE pari a zero?

Quesito 3 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di registrazione  ${}^{CBCT}T_{SO}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 4 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di calibrazione  ${}^{SO}T_{SEM}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento il supporto fissato al bacino si è allentato leggermente comportando un leggero movimento di pochi mm che è stato verificato (calcolando il TRE sul punto anatomico descritto al punto 2).

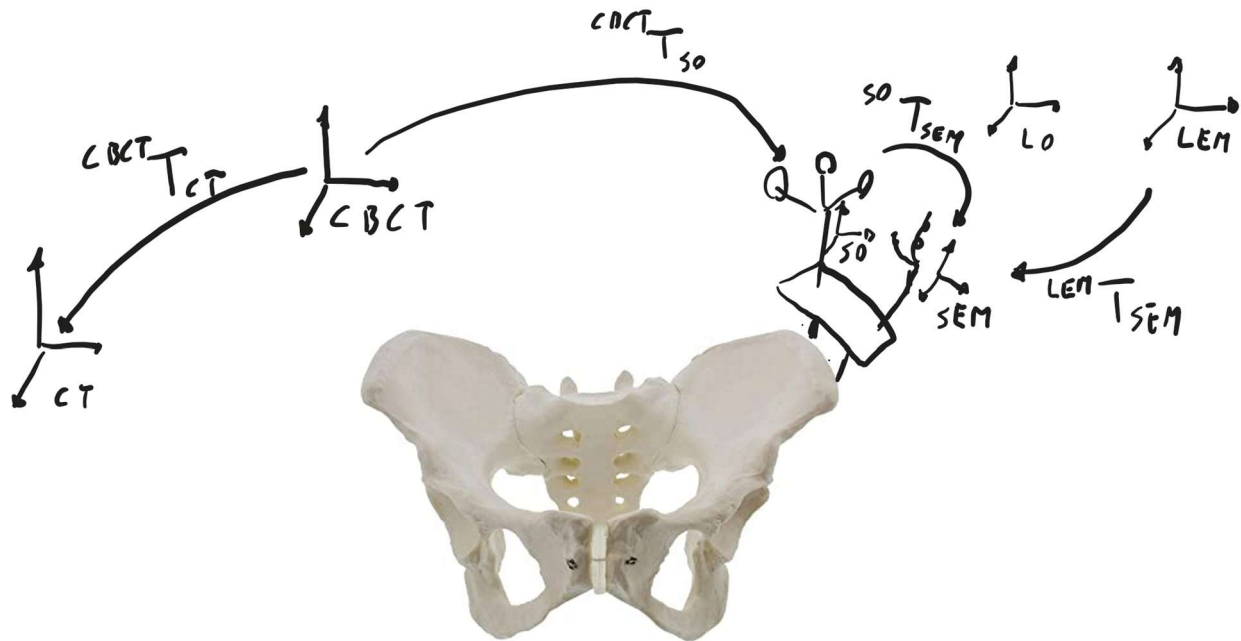
Una volta riavvitato saldamente il supporto, si procede con una registrazione con algoritmo ICP conoscendo la superficie dell'osso in CT ed acquisendola con il localizzatore ottico ottenendo la matrice di ottimizzazione  ${}^{SO}T_{CT\_raff}$  rispetto al sensore ottico.

Determinare algebricamente la nuova matrice  ${}^{LEM}T'_{CT}$  da utilizzare per il localizzatore elettromagnetico.

- 1) Scrivere su ciascun foglio protocollo consegnato dal docente: data, nome, cognome e numero di matricola. Riconsegnare tutti i fogli consegnati dal docente indicando quali sono i fogli di bella che saranno gli unici a essere valutati. Non sarà valutato quanto sarà scritto su questo foglio.
- 2) È consentito l'utilizzo solo di: fogli forniti, penna, righello, calcolatrice (che non offra la possibilità di memorizzare formule). A chi fosse trovato altro materiale sarà annullata la prova automaticamente e inderogabilmente.
- 3) La prova sarà istantaneamente e inderogabilmente annullata anche a chi fosse colto a parlare con gli altri candidati. È consentito parlare solo col docente.

## TESTO DELLA PROVA

Un intervento per resezione pelvica è guidato con un sistema di navigazione che utilizza sia localizzazione ottica che elettromagnetica ed uno scanner CBCT (Cone Beam CT) intraoperatorio. L'intervento prevede un planning su immagini CT preoperatorie registrate con algoritmo 3D/3D rispetto all'immagine CBCT. Prima dell'acquisizione delle immagini CBCT al bacino del paziente viene applicato un supporto dotato di doppio sensore ottico (SO) ed elettromagnetico (SEM). La seguente immagine mostra le trasformazioni coinvolte:



### Quesito 1 (Punti 6)

Dato un generico punto del planning  $P_{CT}$ , determinare algebricamente la matrice  ${}^{LEM}T_{CT}$  che permette di registrare detto punto nel sistema di riferimento LEM del localizzatore elettromagnetico.

Quesito 2 (Punti 6)

Avendo ottenuto:

$${}^{LEM}T_{CT} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

ed avendo localizzato un punto target t sull'anatomia:

$$t_{LEM} = \begin{bmatrix} 10 \\ 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

quali dovrebbero essere le coordinate in CT di detto punto per avere TRE pari a zero?

Quesito 3 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di registrazione  ${}^{CBCT}T_{SO}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 4 (Punti 6)

Qual è la procedura più sensata per determinare la matrice di calibrazione  ${}^{SO}T_{SEM}$ ?

Corredare la risposta con opportune formule e/o grafici.

Quesito 5 (Punti 6)

Durante l'intervento il supporto fissato al bacino si è allentato leggermente comportando un leggero movimento di pochi mm che è stato verificato (calcolando il TRE sul punto anatomico descritto al punto 2).

Una volta riavvitato saldamente il supporto, si procede con una registrazione con algoritmo ICP conoscendo la superficie dell'osso in CT ed acquisendola con il localizzatore ottico ottenendo la matrice di ottimizzazione  ${}^{SO}T_{CT\_raff}$  rispetto al sensore ottico.

Determinare algebricamente la nuova matrice  ${}^{LEM}T'_{CT}$  da utilizzare per il localizzatore elettromagnetico.