

Resumen

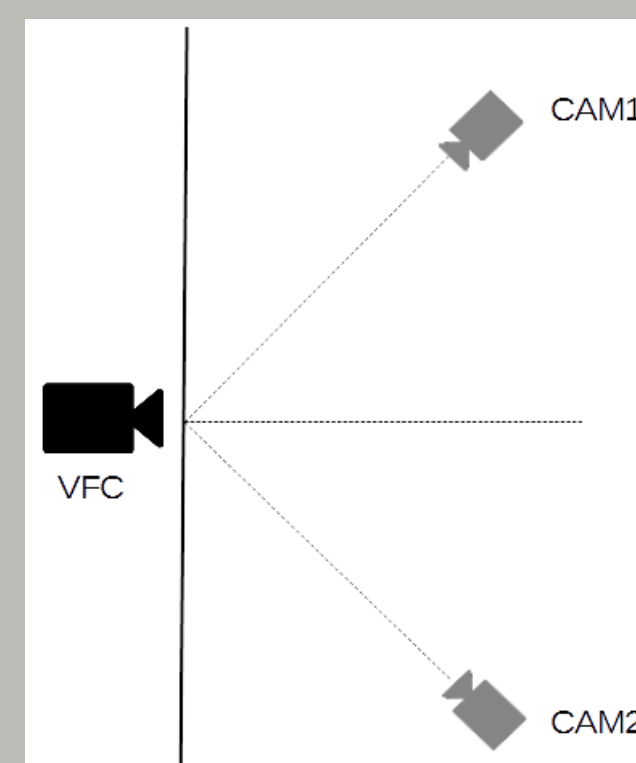
En el estudio del movimiento de la rodilla con fines diagnósticos una herramienta adicional a introducir consiste en disponer de una secuencia de imágenes que permita ver en forma conjunta las deformaciones de la piel y el movimiento de los elementos óseos. Las imágenes que muestran las estructuras óseas provienen de una secuencia de Videofluoroscopia (VFC) y las que muestran la piel provienen de dos cámaras de video a 90° con su bisectriz en la normal a la VFC.

Introducción

El registro de imágenes [1], [4] es una herramienta esencial en la imagenología médica. Se utiliza en el diagnóstico y tratamiento médico y quirúrgico, entre otras aplicaciones. Consiste en la alineación de imágenes mediante la determinación de una transformación \mathcal{T} en la cual se corresponden puntos del mismo elemento de tejido en ambas imágenes con un cierto grado de exactitud. Aplicando la correspondencia hallada a la imagen que se alinea, se pueden superponer ambas imágenes obteniendo lo que se llama fusión de las imágenes.

Método

Teniendo en cuenta futuras extensiones del proyecto, la disposición de las cámaras es la que se muestra en la figura.



Se tomó un frame de cada secuencia y se trabajó con un enfoque común de la región de interés. Existen 6 marcadores fiduciaros radio-opacos colocados en la piel que responden a landmarks.



El operador elige en una ventana la imagen de referencia y la imagen flotante. En cada una de ellas, mediante un click, elige los puntos fiduciaros, que pueden coincidir o no con las landmarks. Luego se realiza una registración rígida 2D entre ambas imágenes.

$$\mathbf{x}' = R\mathbf{x} + T$$

siendo \mathbf{x} y \mathbf{x}' vectores de coordenadas de puntos correspondientes en la transformación \mathcal{T} , donde R y T son la rotación de ángulo θ y la traslación asociada.

$$R(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

Llamando \mathbf{Y} al punto anatómicamente correspondiente de \mathbf{X} , el error de registración se define como:

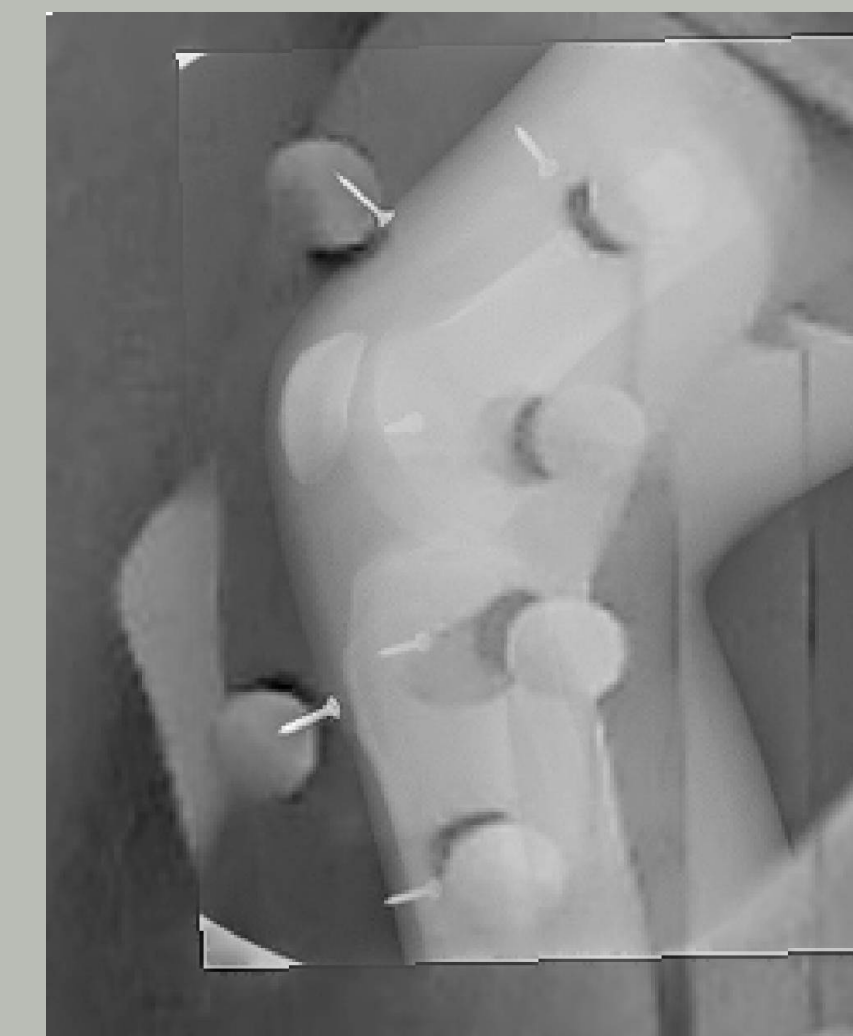
$$\mathbf{E} = \mathbf{X}' - \mathbf{Y}$$

y se trata de minimizarlo. En este caso como los puntos son elegidos por el operador se tomó $\mathbf{X}' = \mathbf{Y}$ y se halló la matriz y el vector.

A esto sigue una fusión de las imágenes donde se utilizó el procedimiento de Mertens [3].

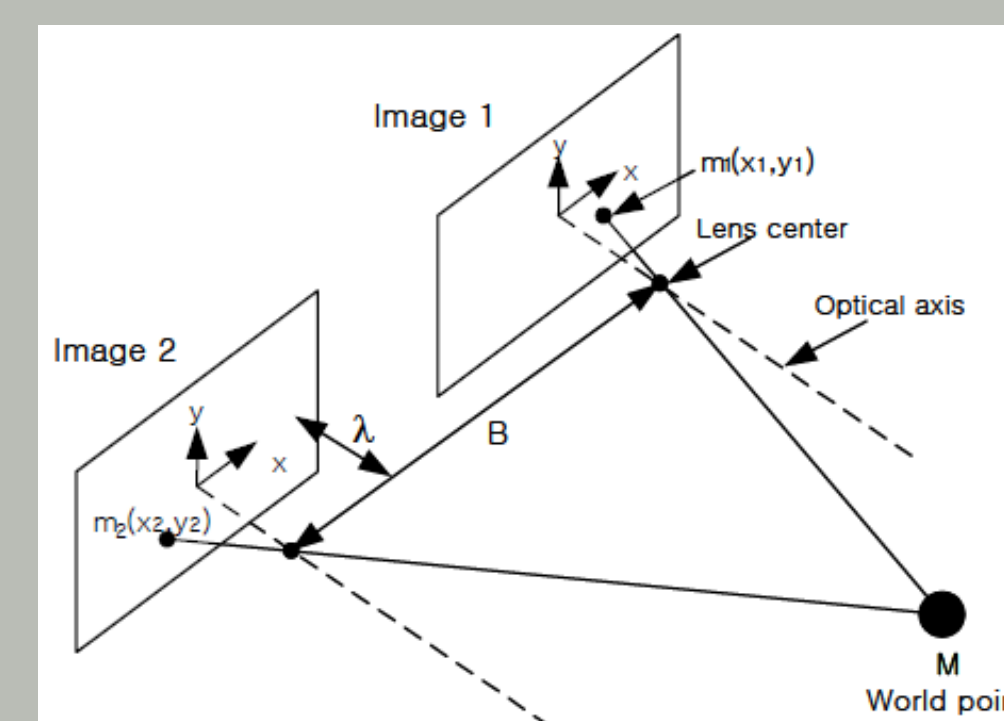
Resultado obtenido

La imagen muestra la fusión obtenida con las informaciones de ambas imágenes. Se aprecia el hueso dentro de la parte de tejido blando.



Extensiones del trabajo

1 - Los frames obtenidos por las cámaras provienen de diferentes ángulos, que a su vez son diferentes al de la toma de la VFC.



En consecuencia aplicamos a dos frames sincrónicos de las cámaras una reconstrucción 3D de imágenes stereo como se muestra en la figura extraída de [2].

Luego se debe realizar una registración 3D-2D entre esta reconstrucción y una radiografía de la VFC.

2 - Proporcionar una secuencia de imágenes reconstruidas, registradas y fusionadas con lo cual se podrá apreciar los detalles del movimiento.

Software utilizado

El software utilizado fue Open-CV con lenguaje Python sobre Jupyter Notebook en Linux.

Conclusiones

Este trabajo ha sido un punto de partida para avanzar en una novedosa forma de diagnóstico, que es imposible de obtener con otros procedimientos. El perfeccionamiento del mismo implicará mejoras en la observación del complejo movimiento de la rodilla.

Bibliografía

- [1] Michael Fitzpatrick Calvin Maurer. A review of medical imaging registration. Vanderbilt University, Jan 1993.
- [2] Seung-jun Yang Hansung Kim and Kwanghoon Sohn. 3d reconstruction of stereo images for interaction between real and virtual worlds.
- [3] Jan Kautz Tom Mertens and Frank Van Reeth. Exposure fusion.
- [4] D.L.G. Hill W.R. Crum, L.D. Griffin and D.J. Hawkes. Zen and the art of medical image registration: correspondence, homology, and quality. *NeuroImage*, 20:1425–1437, 7 2003.