

Caminar

Dan Casas

Caminar

Caminar. Introducción.

Una de las actividades más comunes es caminar.

Es un movimiento complejo aprendido en años a base de prueba y error.

Se trata de un **movimiento cíclico**.

Aunque complejo, ya que intervienen numerosas articulaciones, sus actuaciones son igualmente cíclicas.

Caminar

Caminar. Introducción.

Es necesario mantener el movimiento **cíclico**, la **coordinación** de todo el cuerpo y el **mantenimiento** del equilibrio.

Caminar es una actividad **sólo estable dinámicamente** es decir, sólo en movimiento se mantiene estable, si ese movimiento desaparece, se puede llegar a perder el equilibrio.

En términos de animación implica que caminar **no puede ser analizado estáticamente** para estudiar las fuerzas que intervienen en el movimiento. Es necesario un **control global** del movimiento.

Caminar

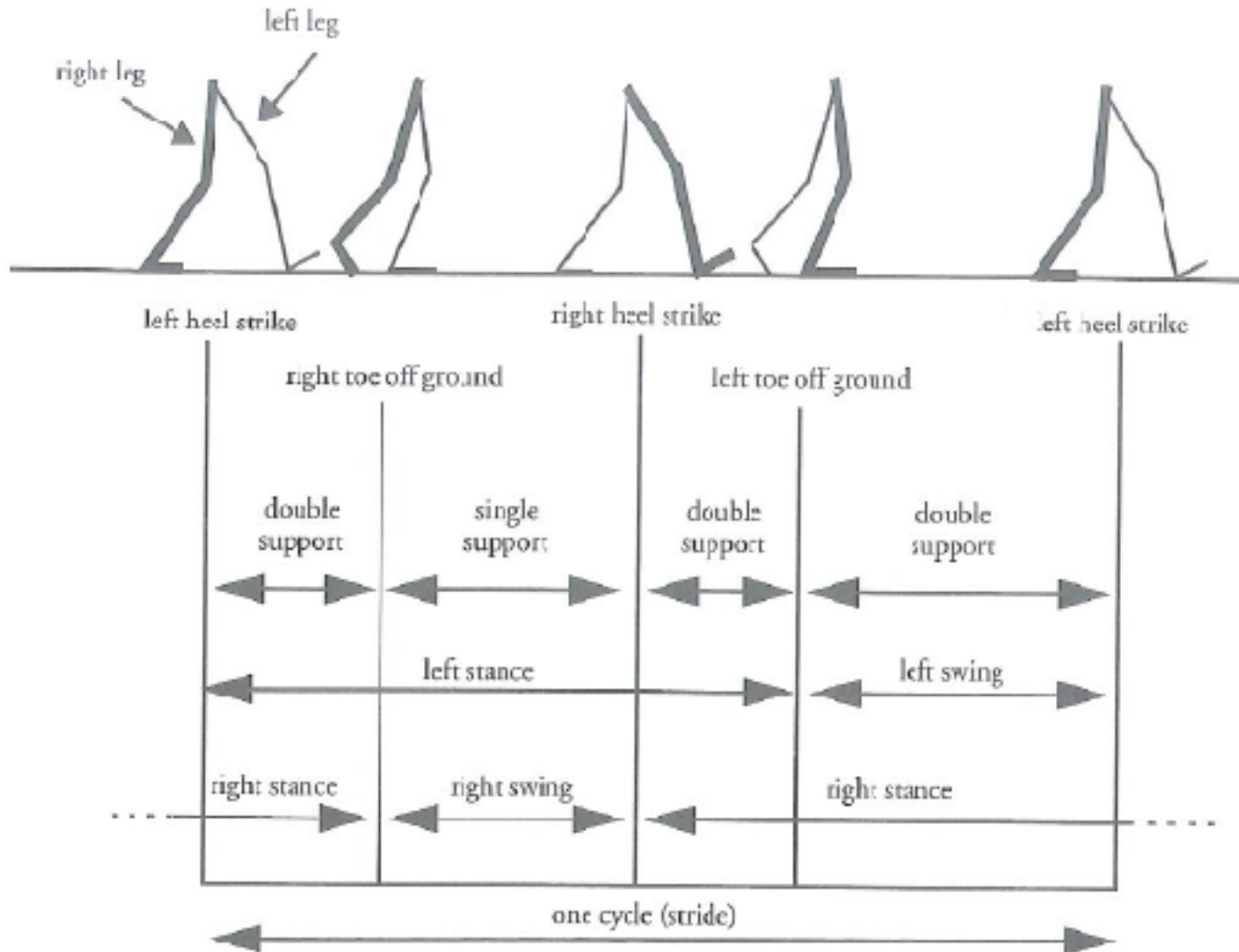
Caminar. Mecanismo de andar-Ciclo de andar.

Se puede dividir el ciclo de andar en diferentes fases, relativas a la posición de los pies y los momentos de contacto con el suelo.

1. **Stride:** todo el ciclo.
2. **Left stance:** Se inicia esa fase con el pié derecho en el suelo y el **izquierdo a punto de posarse** sobre el suelo. Durante esta fase el pié izquierdo mantiene el peso del cuerpo. La fase termina cuando se posa el pié derecho y está a punto de levantarse el pié izquierdo.
3. **Right swing:** Es la fase que va desde que levantamos los dedos del pie derecho del suelo, avanza en el aire y se posa en el suelo nuevamente.
4. **Right stance:** Justo al posarse el pie derecho y comenzar a flexionar el pie izquierdo.
5. **Left swing:** Levantamos los dedos del pie izquierdo del suelo.

Caminar

Caminar. Mecanismo de andar-Ciclo de andar.



Caminar

Caminar. Mecanismo de andar-Ciclo de correr.

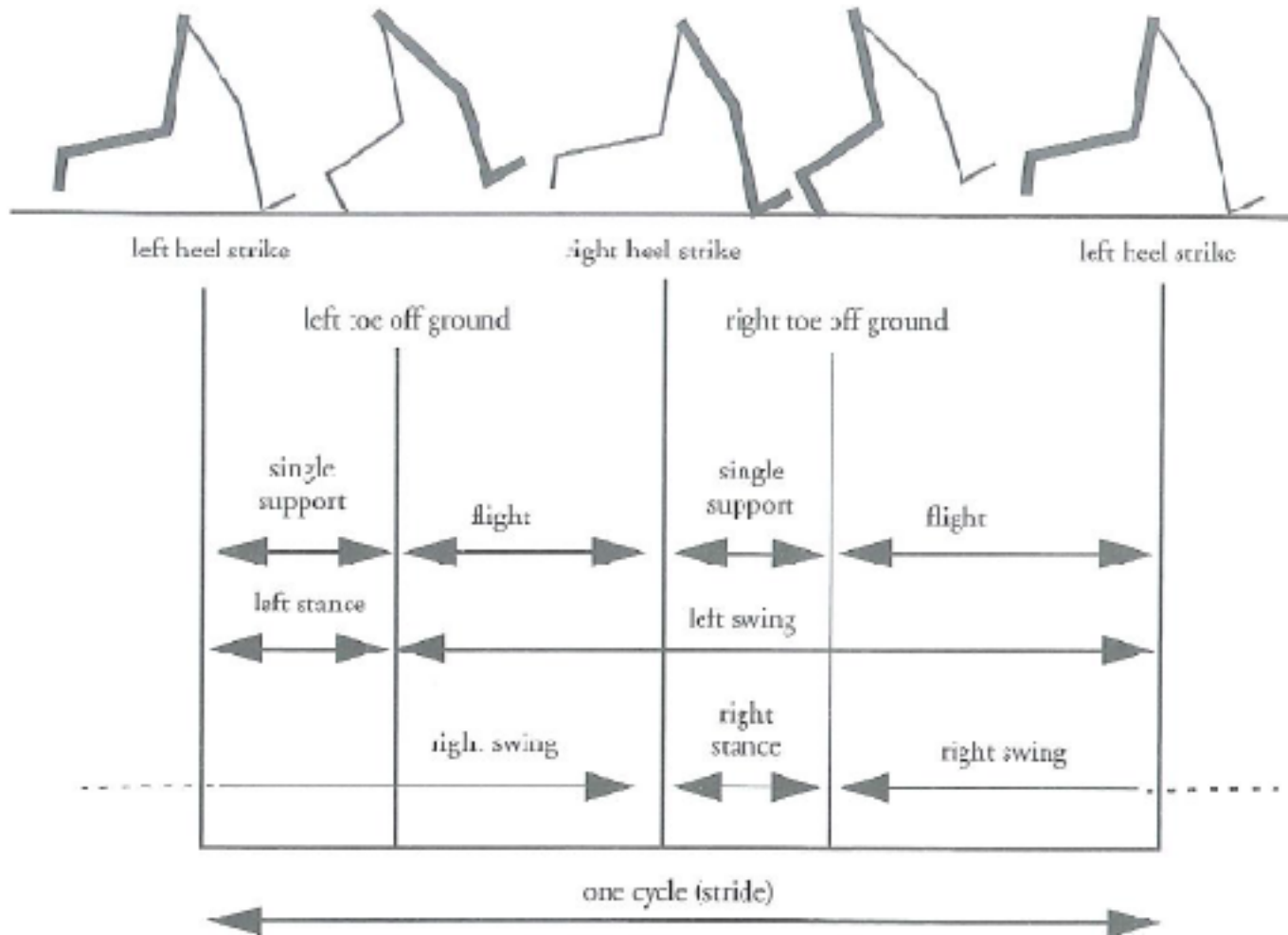
También se puede dividir en diferentes fases, pero se diferencia de caminar en que **no existe una fase en la que estén los dos pies en el suelo a la vez** y existe una fase en que ninguno de los pies está en el suelo.

Stance es la duración de un ciclo mientras un pie está en el suelo. La siguiente fase es de Flight, estando los dos pies en el aire, y a continuación la fase stance del otro pie.

En este caso no se superponen las fase de Stance de los dos pies

Caminar

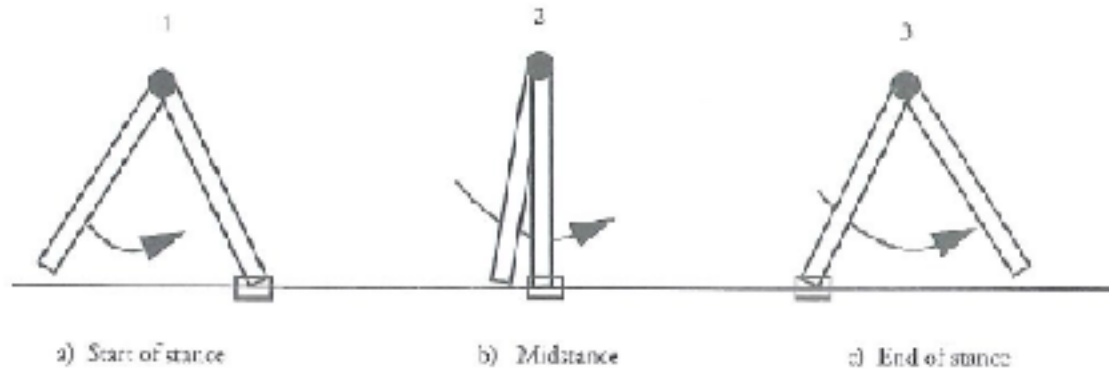
Caminar. Mecanismo de andar-Ciclo de correr.



Caminar

Movimiento pélvico.

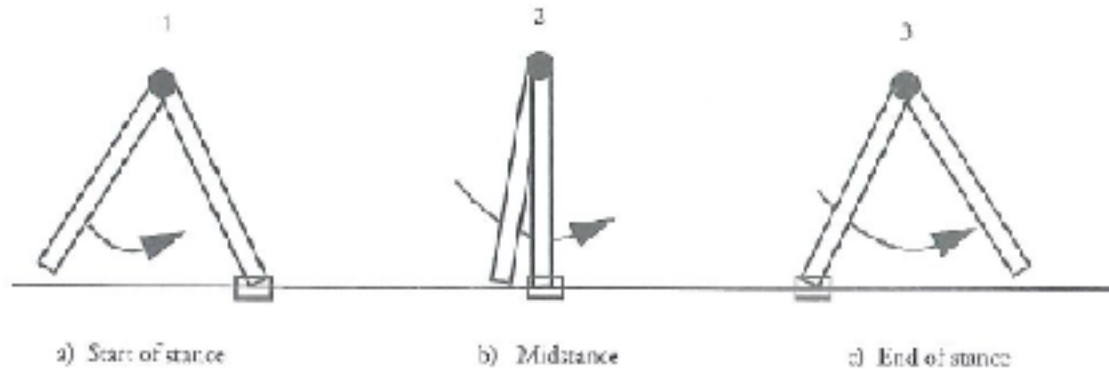
1. Posición de la pelvis en la fase de stance



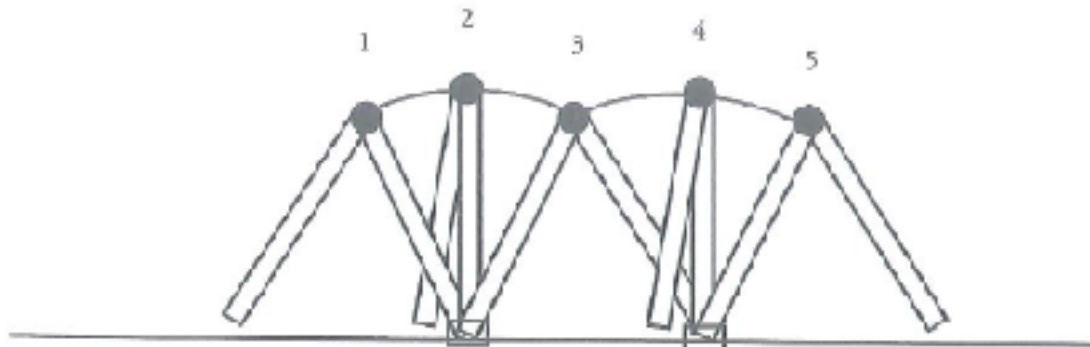
Caminar

Movimiento pélvico.

1. Posición de la pelvis en la fase de stance



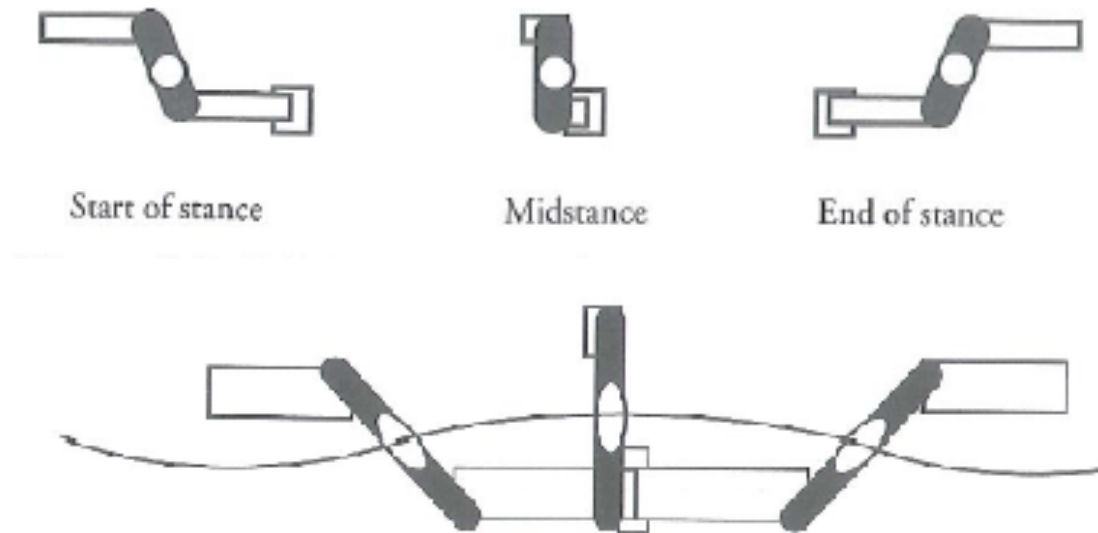
2. Movimiento de pelvis definido por intersección de arcos circulares



Caminar

Rotación pélvica.

Si cambiamos el plano de visión (transversal), detectamos un giro adicional de la pelvis, aparte del de movimiento de traslación. Como se ve, la pelvis describe un arco en torno a un eje que ensarta a la persona.



Caminar

Balanceo pélvico.

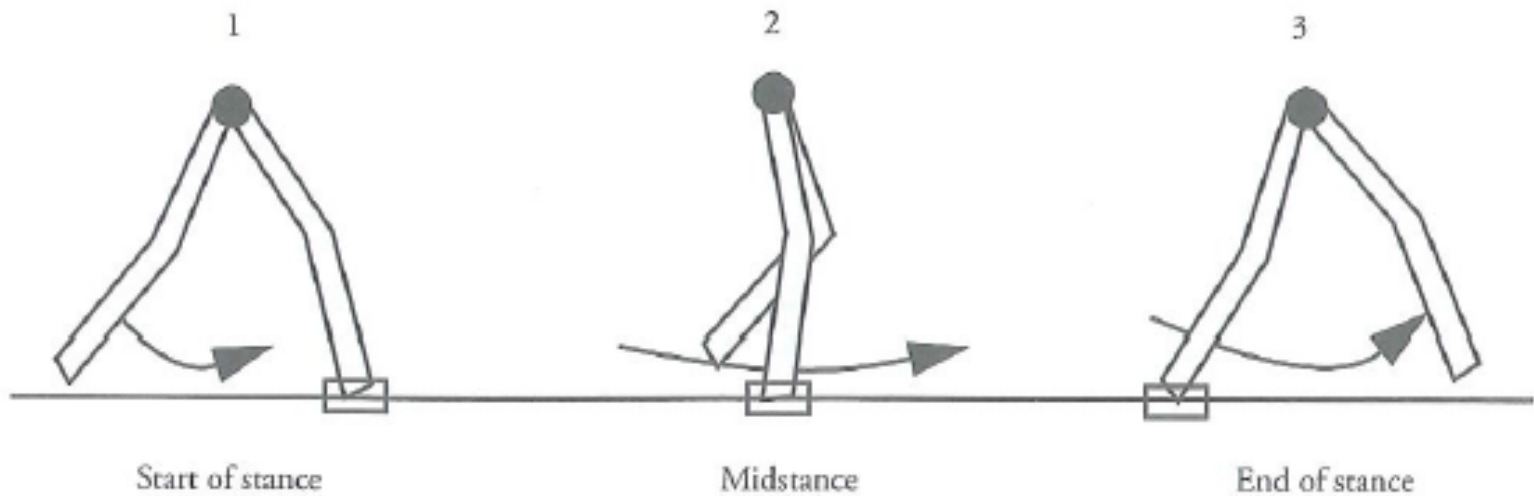
Al caminar aparece un tercer movimiento de la pelvis (plano coronal), que es el giro en torno a un eje ortogonal al de rotación y que atraviesa el ombligo.



Caminar

Flexión de rodilla.

Esta flexión supone la absorción de gran parte de la energía de contacto con el suelo.

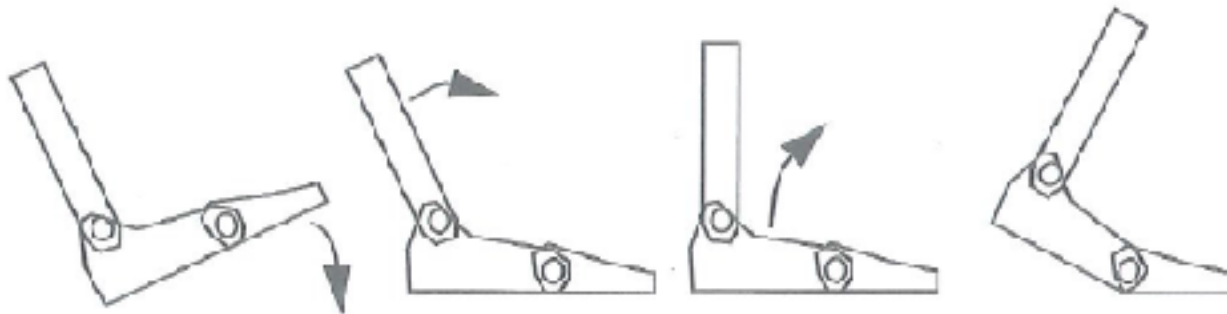


Caminar

Tobillo y pies.

La última parte del movimiento de andar es la flexión de la articulación del tobillo por un lado y de las articulaciones de cada uno de los dedos de los pies.

Estas rotaciones, junto con la flexión de las rodillas, reduce la **elevación** y **rotación** de la pelvis, repartiendo el esfuerzo.



Caminar

Caminar. Cinemática del movimiento

Una primera aproximación para definir la cinemática del movimiento es **especificar el conjunto de todas las articulaciones** que intervienen en el movimiento.

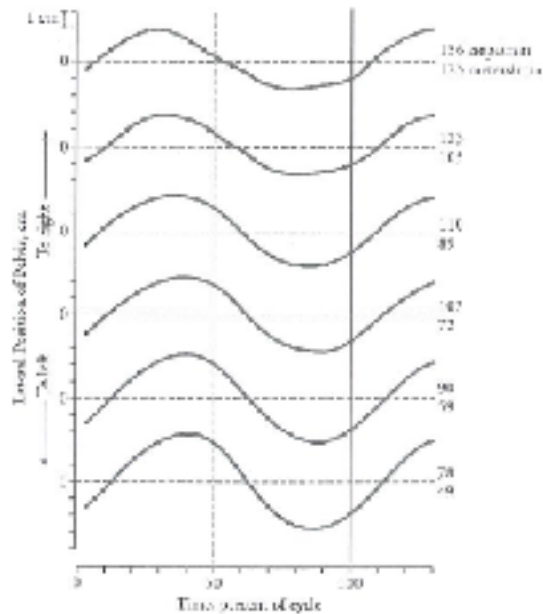
Normalmente nos basamos en **datos empíricos** capturados del movimiento real de una persona.

Especificar el movimiento por frames o interpolando de cada una de las articulaciones es un trabajo largo y complicado.

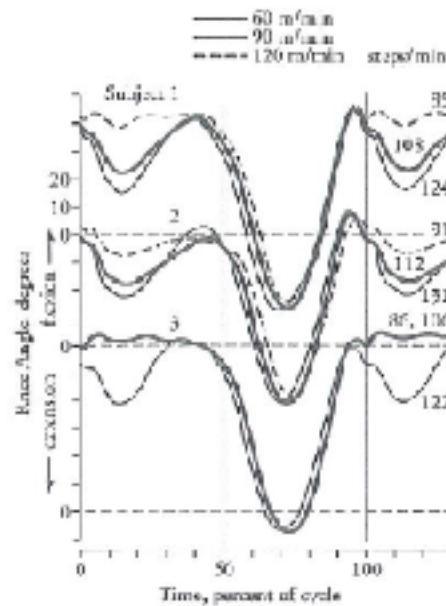
Si además queremos que sea un movimiento particular y único, la tarea se complica.

Caminar

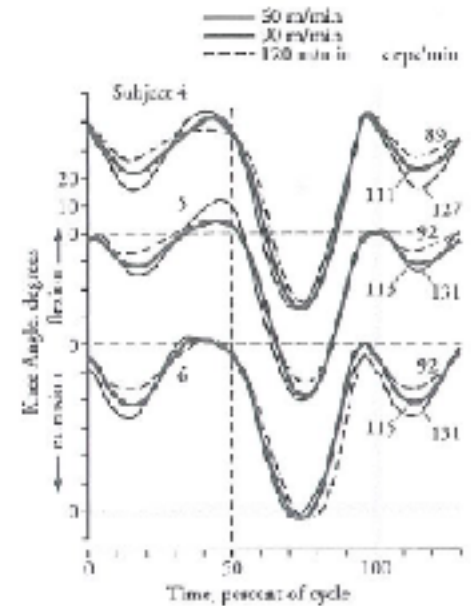
Caminar. Cinemática del movimiento



Desplazamiento
Lateral-pelvis



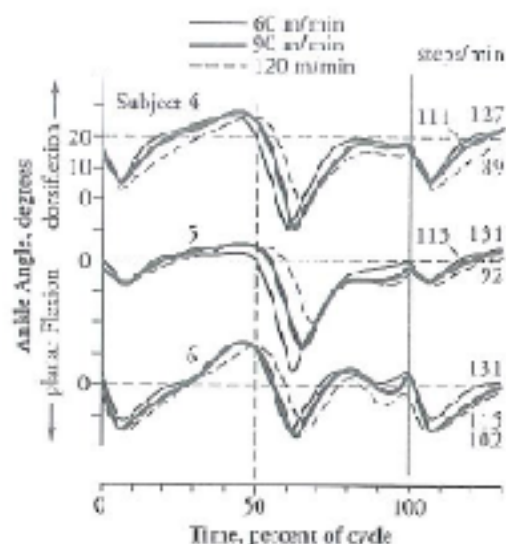
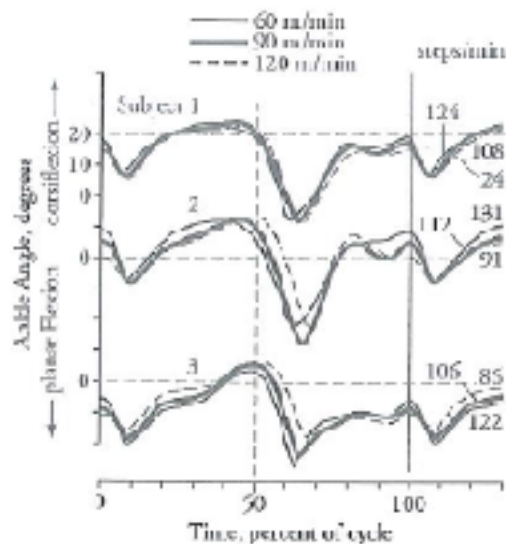
Ángulo
de rodilla



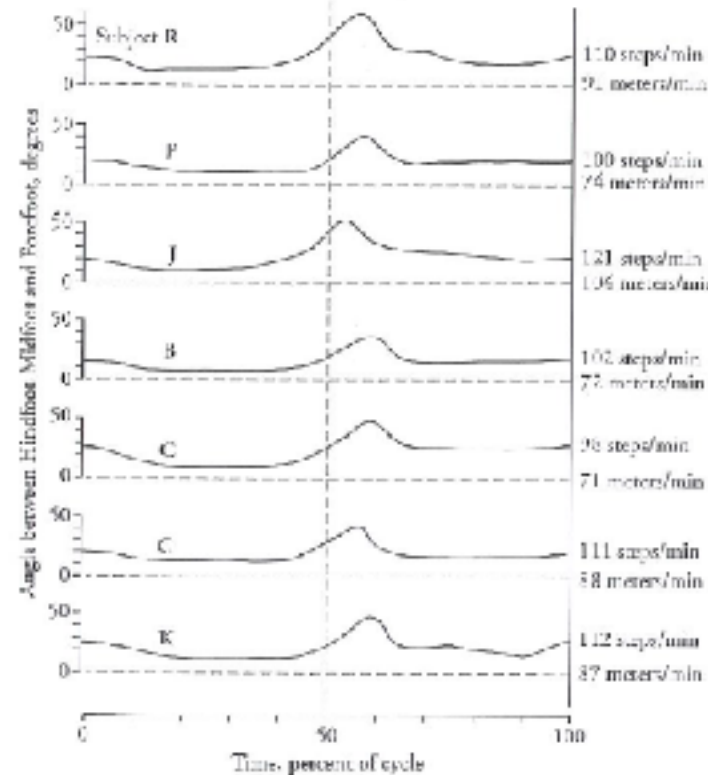
Caminar

Caminar. Cinemática del movimiento

Ángulo del tobillo



Ángulo de los dedos



Caminar

Caminar. Cinemática del movimiento

Si podemos definir curva que recorre la pelvis y la curva que describe el extremo de cada uno de los pies (partiendo de los datos empíricos), podemos determinar **los límites entre los que debe encontrarse la pierna con la articulación de la rodilla.**

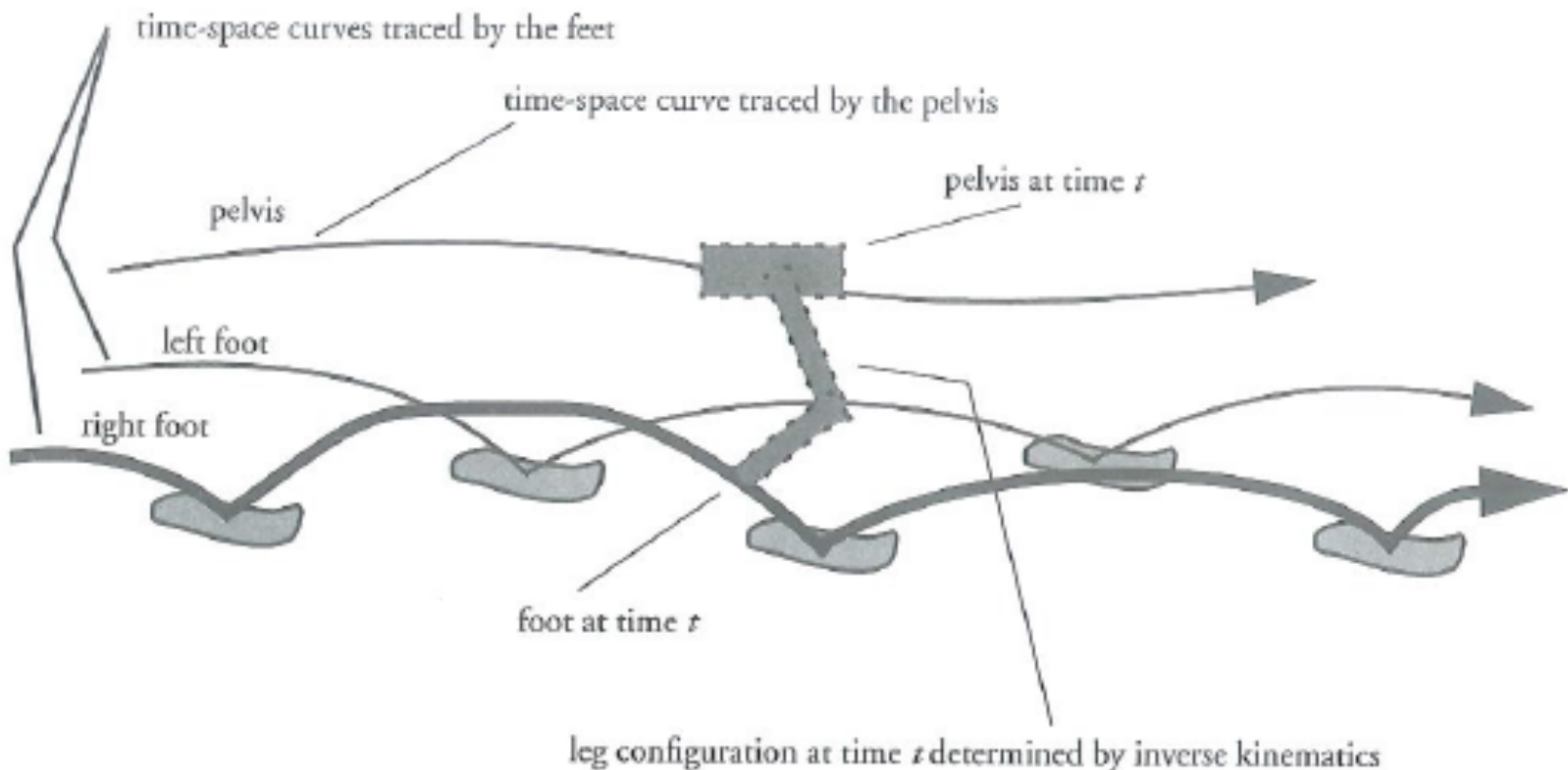
Inverse Kinematics

Se puede utilizar la **cinemática inversa** para forzar a que se mantenga siempre el extremo del pie y la pelvis, cada uno en su curva.

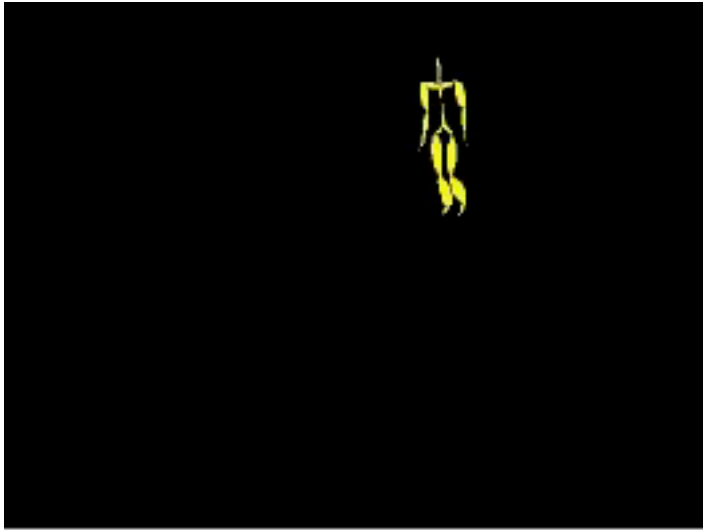
Caminar

Caminar. Cinemática del movimiento

Trayectorias deseadas definidas mediante interpolación time-space curves.

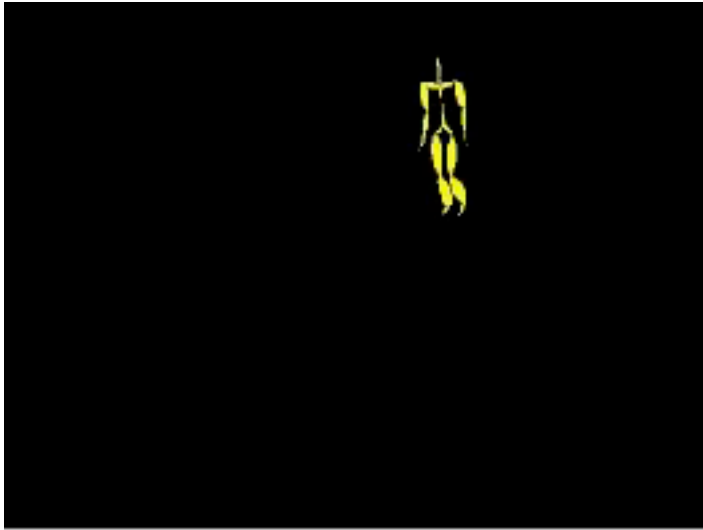


Motion Capture



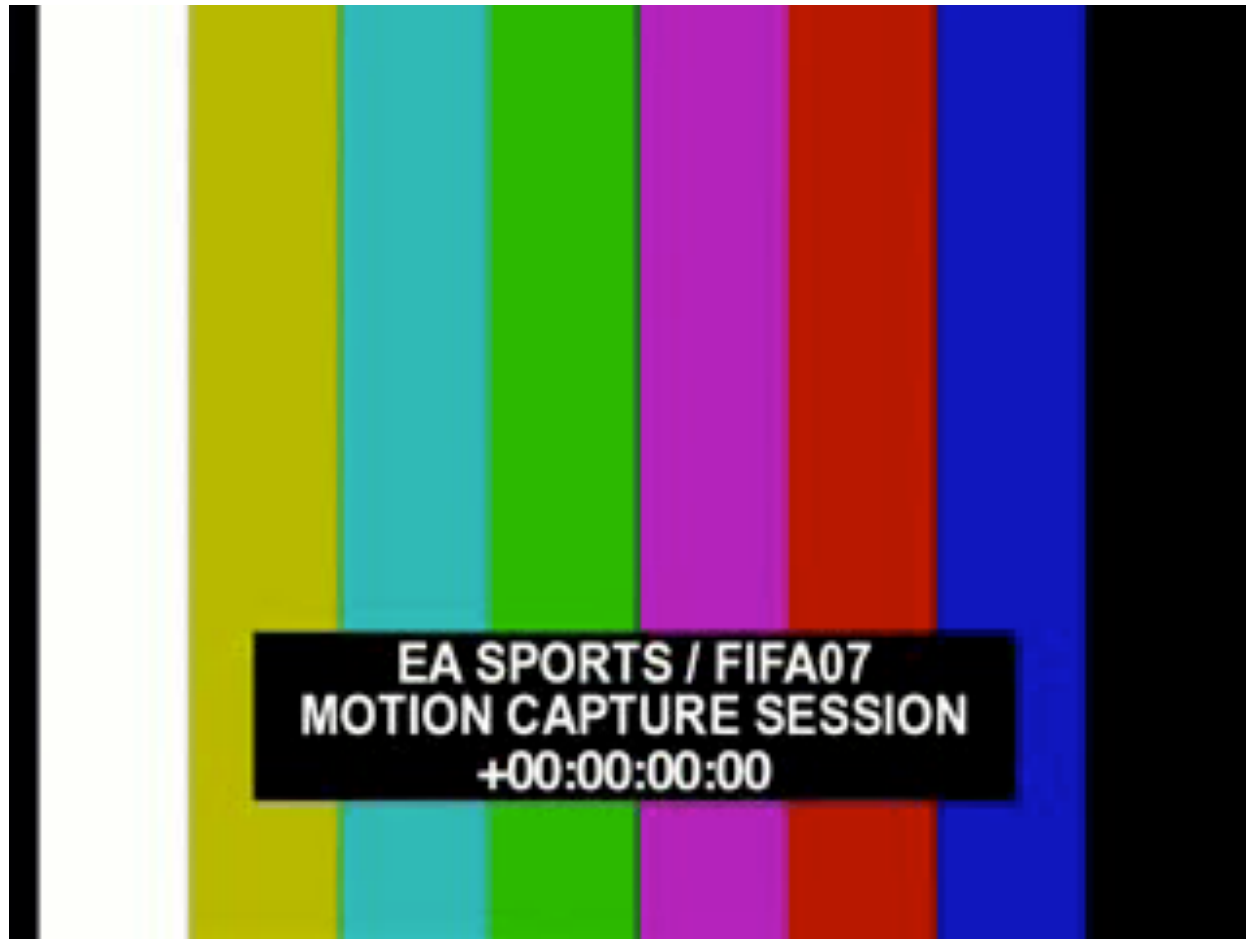
<http://mocap.cs.cmu.edu/>

Motion Capture



<http://mocap.cs.cmu.edu/>

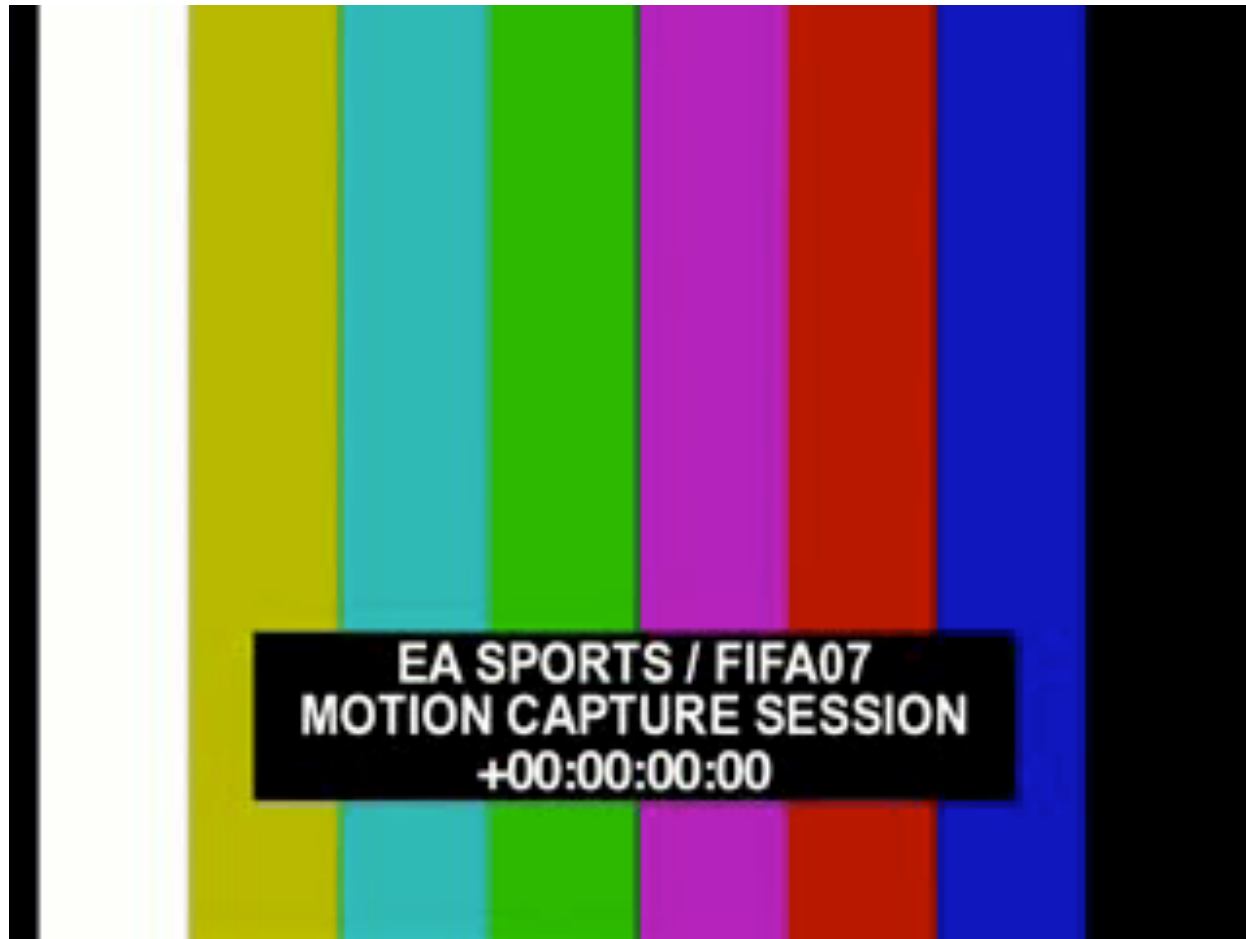
Motion Capture



FIFA 07 Motion Capture - FC Barcelona - Ronaldinho.

<https://www.youtube.com/watch?v=3v4ITG2xyyk>

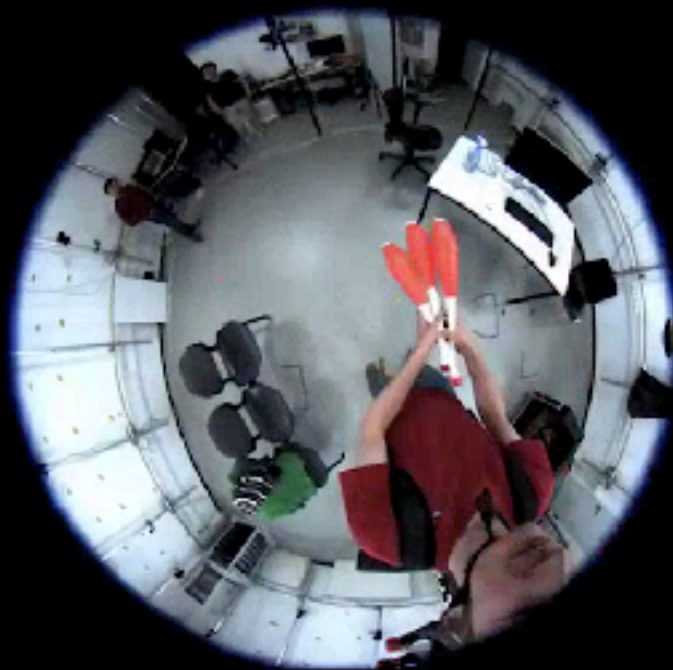
Motion Capture



FIFA 07 Motion Capture - FC Barcelona - Ronaldinho.

<https://www.youtube.com/watch?v=3v4ITG2xyyk>

Markerless Motion Capture

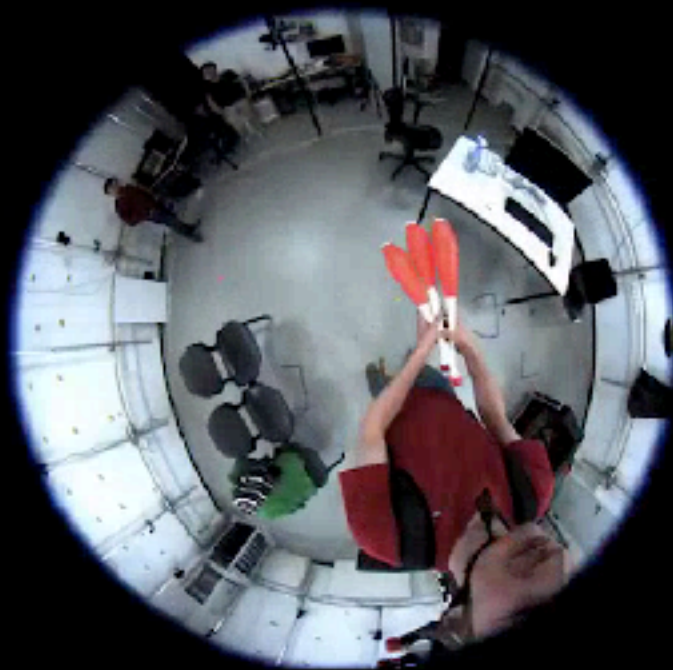


Left fisheye camera view



Estimated skeleton

Markerless Motion Capture

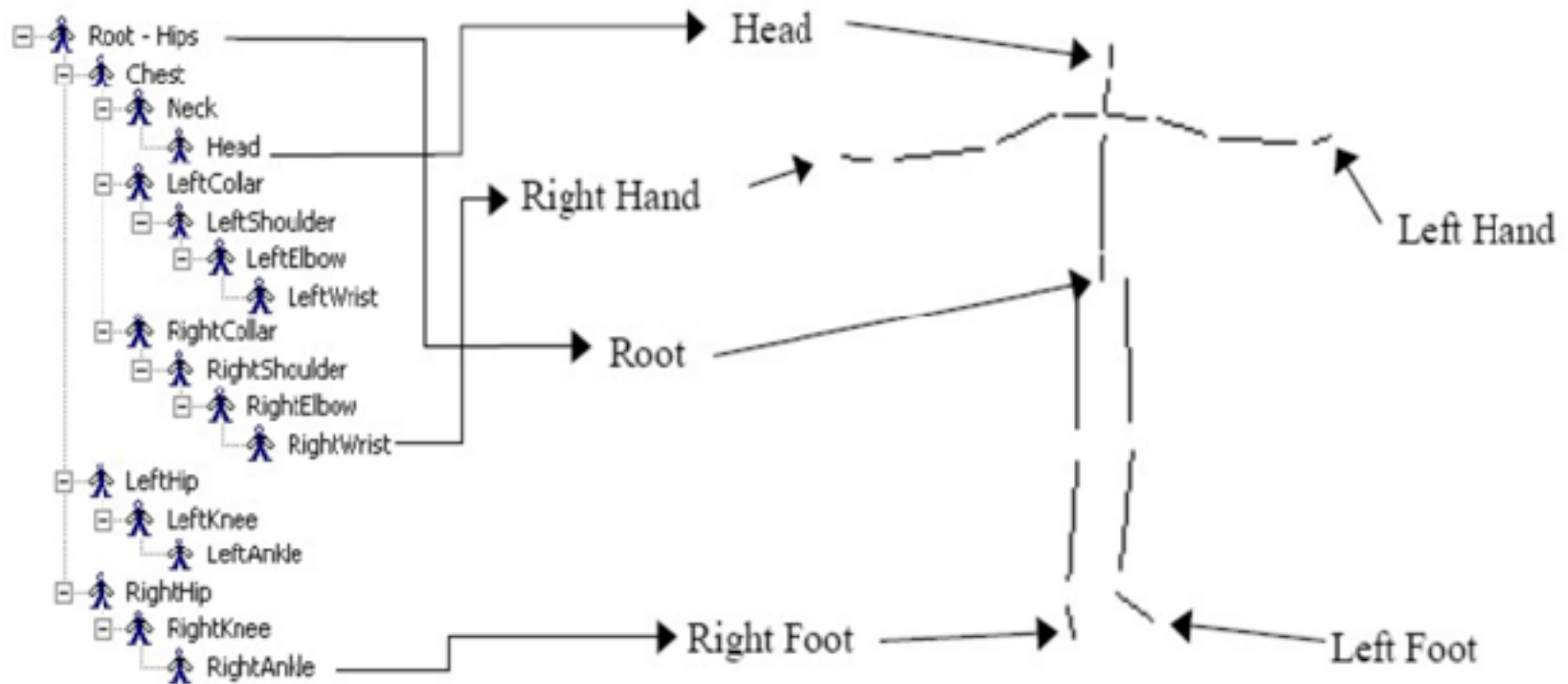


Left fisheye camera view



Estimated skeleton

Guardar movimientos: formato BVH



BVH skeletal structure

Meredith, M. & Maddock, S. (2001) Motion Capture File Formats Explained.

Guardar movimientos: formato BVH

Primera parte del archivo

```
HIERARCHY
ROOT Hips
{
    OFFSET 0.00 0.00 0.00
    CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Zrotation Xrotation Yrotation
    JOINT Chest
    {
        OFFSET 0.000000 6.275751 0.000000
        CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
        JOINT Neck
        {
            OFFSET 0.000000 14.296947 0.000000
            CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
            JOINT Head
            {
                OFFSET 0.000000 2.637461 0.000000
                CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
                End Site
                {
                    OFFSET 0.000000 4.499004 0.000000
                }
            }
        }
    }
}
```

Definición del esqueleto en reposo, **sólo** usando translaciones.
Se indica los grados de libertad (DOF) de cada articulación

Guardar movimientos: formato BVH

Primera parte del archivo

```
HIERARCHY
ROOT Hips
{
```

```
  OFFSET 0.00 0.00 0.00
```

```
  CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Zrotation Xrotation Yrotation
```

```
  JOINT Chest
```

```
  {
```

```
    OFFSET 0.000000 6.275751 0.000000
```

```
    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
```

```
    JOINT Neck
```

```
    {
```

```
      OFFSET 0.000000 14.296947 0.000000
```

```
      CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
```

```
      JOINT Head
```

```
      {
```

```
        OFFSET 0.000000 2.637461 0.000000
```

```
        CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
```

```
        End Site
```

```
        {
```

```
          OFFSET 0.000000 4.499004 0.000000
```

```
        }
```

```
      }
```

```
    }
```

6DOF: 3 de translación y
3 de rotación

Definición del esqueleto en reposo, **sólo** usando translaciones.
Se indica los grados de libertad (DOF) de cada articulación

Guardar movimientos: formato BVH

Primera parte del archivo

```
HIERARCHY
ROOT Hips
{
  OFFSET 0.00 0.00 0.00
  CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Zrotation Xrotation Yrotation
  JOINT Chest
  {
    OFFSET 0.000000 6.275751 0.000000
    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation ← 3DOF: 3 de rotación
    JOINT Neck
    {
      OFFSET 0.000000 14.296947 0.000000
      CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
      JOINT Head
      {
        OFFSET 0.000000 2.637461 0.000000
        CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
        End Site
        {
          OFFSET 0.000000 4.499004 0.000000
        }
      }
    }
  }
}
```

Definición del esqueleto en reposo, **sólo** usando translaciones.
Se indica los grados de libertad (DOF) de cada articulación

Guardar movimientos: formato BVH

Segunda parte del archivo

```
MOTION
Frames: 2
Frame Time: 0.04166667
-9.533684    4.447926    -0.566564    -7.757381    -1.735414    89.287932    9.763572
              6.289016    -1.825344    -6.106647    3.973667    -3.706973    -5.474916
              -14.391472    -3.461282    -16.504230    3.973544    -3.805107    22.204674
              2.533497    -28.283911    -6.862538    6.191492    4.448771    -16.292816
              2.951538    -3.418231    7.634442    11.325822    5.149696    -23.069189
              -18.352753    15.051558    -7.514462    8.397663    2.953842    -7.213992
              2.494318    -1.543435    2.970936    -25.086460    -4.195537    -1.752307
              7.093068    -1.507532    -2.633332    3.858087    0.256802    7.892136
              12.803010    -28.692566    2.151862    -9.164188    8.006427    -5.641034
              -12.596124    4.366460
-0.489557    4.285263    -0.621559    -8.244940    -1.704412    90.041962    8.049357
              5.557910    -1.926571    -5.487280    4.119726    -4.714622    -5.790586
              -15.218462    -3.167648    -15.823254    3.871795    -4.378940    22.399654
              2.244878    -29.421873    -6.918557    6.131992    4.521327    -18.013180
              3.059388    -3.768287    8.079588    10.124812    5.808083    -22.417845
              -15.736264    18.827469    -8.070700    9.639109    2.417364    -7.600582
              2.505005    -1.625679    2.430162    -27.579700    -0.852241    -1.000524
              12.520144    -1.653632    -2.688550    4.545600    0.296320    8.001574
              13.837914    -28.922058    2.077955    -9.176716    7.166249    -5.170825
```

Indica valores de cada DOF, en cada frame

Blender demo

BVH demo