



(21) 申請案號：110111192 (22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 26 日  
 (51) Int. Cl. : **G06T7/579 (2017.01)** **G06T3/00 (2006.01)**  
 (30) 優先權：2020/03/31 中國大陸 202010243906.1  
 (71) 申請人：大陸商北京市商湯科技開發有限公司 (中國大陸) BEIJING SENSETIME  
 TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD. (CN)  
 中國大陸  
 (72) 發明人：吳文岩 WU, WENYAN (CN)；朱文韜 ZHU, WENTAO (CN)；楊卓謙 YANG,  
 ZHUOQIAN (CN)  
 (74) 代理人：葉璟宗；卓俊傑  
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：6 共 53 頁

## (54) 名稱

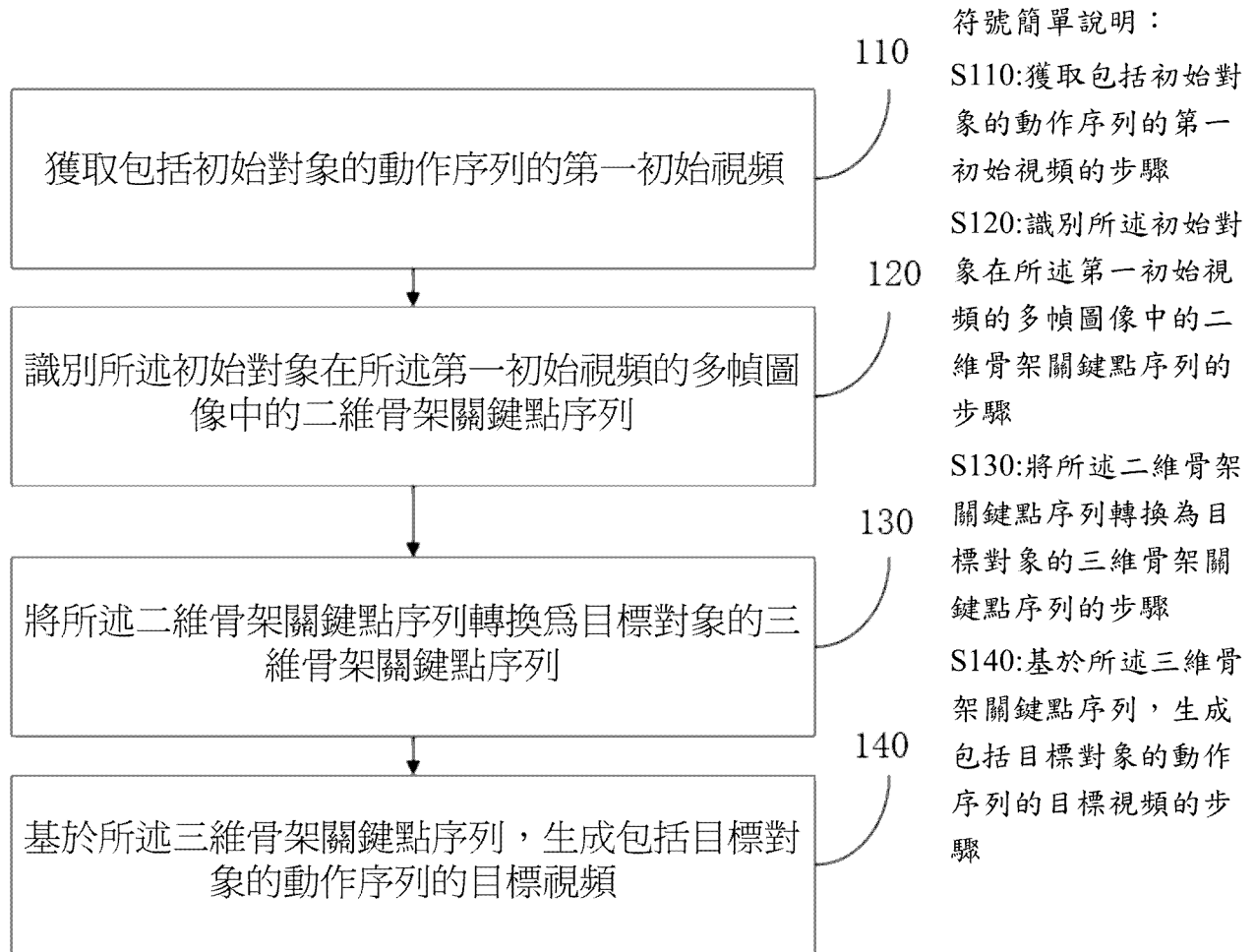
動作遷移方法、電子設備及電腦可讀存儲介質

## (57) 摘要

本發明提供了一種動作遷移方法、裝置、設備及存儲介質，其中首先獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻；之後，識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列；再將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列；最後，基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

The present disclosure provides an action migration method, apparatus, device, and storage medium. The method includes: obtaining a first initial video including an action sequence of an initial object; identifying a two-dimensional skeleton key point sequence in a plurality of image frames of the initial object in the first initial video; converting the two-dimensional skeleton key point sequence into a three-dimensional skeleton key point sequence of a target object; Based on the three-dimensional skeleton key point sequence, generating a target video including the action sequence of the target object.

指定代表圖：



【圖1】



202139135

**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 動作遷移方法、電子設備及電腦可讀存儲介質**【英文發明名稱】** ACTION MIGRATION METHOD, ELECTRONIC

DEVICE AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

**【中文】**

本發明提供了一種動作遷移方法、裝置、設備及存儲介質，其中首先獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻；之後，識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列；再將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列；最後，基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

**【英文】**

The present disclosure provides an action migration method, apparatus, device, and storage medium. The method includes: obtaining a first initial video including an action sequence of an initial object; identifying a two-dimensional skeleton key point sequence in a plurality of image frames of the initial object in the first initial video; converting the two-dimensional skeleton key point sequence into a three-dimensional skeleton key point sequence of a target object; Based on the three-dimensional skeleton key point sequence, generating a target video including the action sequence of the target object.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

S110、獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻的步驟

S120、識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列的步驟

S130、將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列的步驟

S140、基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻的步驟

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】動作遷移方法、電子設備及電腦可讀存儲介質

【英文發明名稱】ACTION MIGRATION METHOD, ELECTRONIC  
DEVICE AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

### 【技術領域】

【0001】本發明涉及電腦視覺技術領域，具體而言，涉及一種動作遷移方法、電子設備及電腦可讀存儲介質。

### 【先前技術】

【0002】動作遷移是將初始運動視頻中初始對象的動作遷移到目標對象上，以形成目標運動視頻。由於初始運動視頻和目標運動視頻存在很大的結構和視角差異，很難在圖元級別上實現動作的遷移。尤其在初始對象做出極端動作，或者初始對象和目標對象的結構差異比較大時，遷移到目標對象上的動作準確度較低。

### 【發明內容】

【0003】有鑑於此，本發明至少提供一種動作遷移方法、電子設備及電腦可讀存儲介質。

【0004】第一方面，本發明提供了一種動作遷移方法，包括：獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻；識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列；將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列；

基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

**【0005】** 本方面，通過二維骨架關鍵點序列提取、二維骨架關鍵點序列到三維骨架關鍵點序列的重定向以及基於三維骨架關鍵點序列進行目標對象的動作渲染，實現了動作遷移，避免直接在圖元級別上實現動作遷移，能夠克服初始視頻和目標視頻之間存在的結構和視角差異大的問題，尤其在初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，提高了動作遷移的準確度。另外，本方面利用二維骨架關鍵點序列重定向三維骨架關鍵點序列，避免了在動作遷移中使用誤差較大的三維關鍵點估計和重定向，有利於提高動作遷移的準確度。

**【0006】** 在一種可能的實施方式中，所述將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列，包括：基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列；基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0007】** 本實施方式，利用二維骨架關鍵點序列正交分解後的動作遷移分量序列，來重定向三維骨架關鍵點序列，避免了在動作遷移中使用誤差較大的三維關鍵點估計和重定向，有利於提高動作遷移的準確度。

**【0008】** 在一種可能的實施方式中，在確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列之前，上述動作遷移方法還包括：獲取包括目標

對象的第二初始視頻；識別所述目標對象在所述第二初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列。相應地，所述基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列，包括：基於所述目標對象的二維骨架關鍵點序列，確定所述目標對象的動作遷移分量序列；基於所述初始對象的動作遷移分量序列和所述目標對象的動作遷移分量序列，確定目標動作遷移分量序列；基於所述目標動作遷移分量序列確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0009】** 本實施方式，將初始對象的二維骨架關鍵點序列正交分解後的動作遷移分量序列，與目標對象的二維初始骨架關鍵點序列進行正交分解後的動作遷移分量序列進行融合後，來確定三維骨架關鍵點序列，能夠克服初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移準確度低的缺陷。

**【0010】** 在一種可能的實施方式中，所述初始對象的動作遷移分量序列包括運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列。相應地，所述基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列，包括：基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的二維骨架關鍵點，分別確定所述每一幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的運動分量資訊，確定所述運動分量序列；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的對象結構分量資訊，確定所述對象結

構分量序列；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的拍攝角度分量資訊，確定所述拍攝角度分量序列。

**【0011】** 本實施方式，動作遷移分量序列可以包括多個正交的分量序列，利用多個正交的分量序列來確定三維骨架關鍵點序列，能夠進一步克服了初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移準確度低的缺陷。

**【0012】** 在一種可能的實施方式中，所述基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻，包括：基於所述三維骨架關鍵點序列，生成所述目標對象的二維目標骨架關鍵點序列；基於所述二維目標骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

**【0013】** 本實施方式，將重建的三維骨架關鍵點序列重投影得到二維的目標骨架關鍵點序列，避免了在動作遷移中使用誤差較大的三維關鍵點估計和重定向，有利於提高動作遷移的準確度。

**【0014】** 在一種可能的實施方式中，所述將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列，包括：採用動作遷移神經網路將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0015】** 本實施方式，利用訓練好的動作遷移神經網路來確定目標對象的三維骨架關鍵點序列，能夠提高了關鍵點重定向的效率和準確度。

**【0016】** 在一種可能的實施方式中，上述動作遷移方法還包括訓

練所述動作遷移神經網路的步驟：獲取包括樣本對象的動作序列的樣本運動視頻；識別所述樣本對象在所述樣本運動視頻的多幀樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點序列；對第一樣本二維骨架關鍵點序列進行肢體比例縮放處理，得到第二樣本二維骨架關鍵點序列；基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定損失函數；基於所述損失函數，調整所述動作遷移神經網路的網路參數。

**【0017】** 本實施方式，利用樣本對象的第一樣本二維骨架關鍵點序列和對樣本對象進行肢體比例縮放後的第二樣本二維骨架關鍵點序列構建損失函數，來訓練動作遷移神經網路，能夠提高在初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移的準確度。並且在訓練上述動作遷移神經網路的時候，並未使用真實世界中配對的動作-角色資料，實現了無監督的構建損失函數和訓練動作遷移神經網路，有利於提高訓練得到的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。

**【0018】** 在一種可能的實施方式中，所述基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定損失函數，包括：基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列，確定所述第一樣本動作遷移分量序列；基於所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定所述第二樣本動作遷移分量序列；基於所述第一樣本動作遷移分量序列，確定預估三維骨架關鍵點序列；基於所述第一樣本動作遷移分量序列、第二樣本動作遷移分量序列和所述預

估三維骨架關鍵點序列，確定所述損失函數。

**【0019】** 本實施方式，利用第一樣本二維骨架關鍵點序列正交分解後的第一樣本動作遷移分量序列、第二樣本二維骨架關鍵點序列正交分解後的第二樣本動作遷移分量序列，以及，基於第一樣本動作遷移分量序列重建得到的預估三維骨架關鍵點序列，來構建損失函數，能夠提高在初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移的準確度。

**【0020】** 在一種可能的實施方式中，所述損失函數包括運動不變損失函數；所述第一樣本動作遷移分量序列包括各幀樣本圖像對應的第一樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊；所述第二樣本動作遷移分量序列包括各幀樣本圖像對應的第二樣本運動分量資訊、第二樣本結構分量資訊和第二樣本角度分量資訊。相應地，所述確定所述損失函數，包括：基於所述各幀樣本圖像對應的所述第二樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊，確定所述第一樣本二維骨架關鍵點序列中對應的所述第一樣本二維骨架關鍵點對應的第一預估骨架關鍵點；基於所述各幀樣本圖像對應的所述第一樣本運動分量資訊、第二樣本結構分量資訊和第二樣本角度分量資訊，確定所述第二樣本二維骨架關鍵點序列中對應的所述第二樣本二維骨架關鍵點對應的第二預估骨架關鍵點；基於所述第一預估骨架關鍵點、第二預估骨架關鍵點、第一樣本運動分量資訊、第二樣本運動分量資訊、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定

所述運動不變損失函數。

**【0021】** 本實施方式，利用第一樣本二維骨架關鍵點序列和第二樣本二維骨架關鍵點序列正交分解後的資訊，對樣本對象進行骨架恢復得到第一預估骨架關鍵點，以及對肢體縮放後的樣本對象進行骨架恢復得到第二預估骨架關鍵點；之後，結合恢復得到的第一預估骨架關鍵點、第二預估骨架關鍵點和重建得到的樣本對象的預估三維骨架關鍵點序列能夠構建運動不變損失函數，由於樣本對象儘管在結構和拍攝視角上存在變化和擾動，但遷移後的運動資訊應該是不變的，因此通過構建運動不變損失函數，並在訓練時使運動不變損失函數最小，能夠提高構建的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。

**【0022】** 在一種可能的實施方式中，所述損失函數還包括結構不變損失函數。相應地，所述確定所述損失函數還包括：從所述第一樣本二維骨架關鍵點序列中，篩選第一時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點以及第二時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點；從所述第二樣本二維骨架關鍵點序列中，篩選所述第二時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵點以及所述第一時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵點；基於所述第一時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第二時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第二時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵點、所述第一時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵

點、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述結構不變損失函數。

**【0023】** 本實施方式，利用不同時刻的第一樣本二維骨架關鍵點和第二樣本二維骨架關鍵點，結合重建得到的樣本對象的預估三維骨架關鍵點序列能夠構建結構不變損失函數，由於樣本對象的結構隨著時間的變化存在不變性，因此通過構建結構不變損失函數，並且在訓練時，使運動不變損失函數和結構不變損失函數最小，能夠提高構建的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。

**【0024】** 在一種可能的實施方式中，所述損失函數還包括視角不變損失函數。相應地，確定所述損失函數還包括：基於所述第一時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第二時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第一時刻和第二時刻對應的樣本圖像的第一樣本角度分量資訊、所述第一時刻和第二時刻對應的樣本圖像的第二樣本角度分量資訊、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述視角不變損失函數。

**【0025】** 本實施方式中，利用不同時刻的第一樣本二維骨架關鍵點和重建得到的樣本對象的預估三維骨架關鍵點序列等能夠構建視角不變損失函數，由於樣本對象的拍攝視角隨著樣本對象的運動和結構的變化，存在不變性，因此通過構建視角不變損失函數，並且在訓練時，使視角不變損失函數、運動不變損失函數和結構不變損失函數最小，能夠提高構建的動作遷移神經網路在進行動

作遷移時的準確度。

**【0026】** 在一種可能的實施方式中，所述損失函數還包括重建恢復損失函數。相應地，確定所述損失函數還包括：基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述重建恢復損失函數。

**【0027】** 本實施方式，利用第一樣本二維骨架關鍵點序列和重建得到的樣本對象的預估三維骨架關鍵點序列能夠構建重建恢復損失函數，由於樣本對象在進行樣本對象恢復時，應該存在不變性，因此通過構建重建恢復損失函數，並且在訓練時，使重建恢復損失函數、視角不變損失函數、運動不變損失函數和結構不變損失函數最小，能夠提高構建的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。

**【0028】** 第二方面，本發明提供了一種動作遷移裝置，包括：視頻獲取模組，用於獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻；關鍵點提取模組，用於識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列；關鍵點轉換模組，用於將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列；圖像渲染模組，用於基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

**【0029】** 在一種可能的實施方式中，所述關鍵點轉換模組在將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列時，用於：基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的

動作遷移分量序列；基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0030】** 在一種可能的實施方式中，所述視頻獲取模組還用於獲取包括目標對象的第二初始視頻；所述關鍵點提取模組還用於識別所述目標對象在所述第二初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列。相應地，所述關鍵點轉換模組在基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列時，用於：基於所述目標對象的二維骨架關鍵點序列，確定所述目標對象的動作遷移分量序列；基於所述初始對象的動作遷移分量序列和所述目標對象的動作遷移分量序列，確定目標動作遷移分量序列；基於所述目標動作遷移分量序列確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0031】** 在一種可能的實施方式中，所述初始對象的動作遷移分量序列包括運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列。相應地，所述關鍵點轉換模組在基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列時，用於：基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的二維骨架關鍵點，分別確定所述初始對象的運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的運動分量資訊，確定所述運動分量序列；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的對象結構分量資訊，確定所述對象結構分量序列；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中

每一幀圖像對應的拍攝角度分量資訊，確定所述拍攝角度分量序列。

**【0032】** 第三方面，本發明提供了一種電子設備，包括：處理器、記憶體和匯流排，所述記憶體存儲有所述處理器可執行的機器可讀指令，當電子設備運行時，所述處理器與所述記憶體之間通過匯流排通信，所述機器可讀指令被所述處理器執行時執行如上述動作遷移方法的步驟。

**【0033】** 第四方面，本發明還提供一種電腦可讀存儲介質，該電腦可讀存儲介質上存儲有電腦程式，該電腦程式被處理器運行時執行如上述動作遷移方法的步驟。

**【0034】** 本發明上述裝置、電子設備、和電腦可讀存儲介質，至少包含與本發明上述方法的任一方面或任一方面的任一實施方式的技術特徵實質相同或相似的技術特徵，因此關於上述裝置、電子設備、和電腦可讀存儲介質的效果描述，可以參見上述方法內容的效果描述，這裡不再贅述。

### **【圖式簡單說明】**

**【0035】** 為了更清楚地說明本發明實施例的技術方案，下面將對實施例中所需要使用的附圖作簡單地介紹，應當理解，以下附圖僅示出了本發明的某些實施例，因此不應被看作是對範圍的限定，對於本領域普通技術人員來講，在不付出創造性勞動的前提下，還可以根據這些附圖獲得其他相關的附圖。

圖 1 示出了本發明實施例提供的一種動作遷移方法的流程圖；

圖 2 示出了本發明實施例提供的另一種動作遷移方法的流程圖；

圖 3 示出了本發明實施例提供的一種動作遷移神經網路的訓練方法的流程圖；

圖 4 示出了本發明實施例提供的另一種動作遷移神經網路訓練過程中恢復骨架關鍵點的流程圖；

圖 5 示出了本發明實施例提供的一種動作遷移裝置的結構示意圖；

圖 6 示出了本發明實施例提供的一種電子設備的結構示意圖。

## 【實施方式】

【0036】 為使本發明實施例的目的、技術方案和優點更加清楚，下面將結合本發明實施例中的附圖，對本發明實施例中的技術方案進行清楚、完整地描述，應當理解，本發明中附圖僅起到說明和描述的目的，並不用於限定本發明的保護範圍。另外，應當理解，示意性的附圖並未按實物比例繪製。本發明中使用的流程圖示出了根據本發明的一些實施例實現的操作。應該理解，流程圖的操作可以不按順序實現，沒有邏輯的上下文關係的步驟可以反轉順序或者同時實施。此外，本領域技術人員在本發明內容的指引下，可以向流程圖添加一個或多個其他操作，也可以從流程圖中移除一個或多個操作。

**【0037】** 另外，所描述的實施例僅僅是本發明一部分實施例，而不是全部的實施例。通常在此處附圖中描述和示出的本發明實施例的元件可以以各種不同的配置來佈置和設計。因此，以下對在附圖中提供的本發明的實施例的詳細描述並非旨在限制要求保護的本發明的範圍，而是僅僅表示本發明的選定實施例。基於本發明的實施例，本領域技術人員在沒有做出創造性勞動的前提下所獲得的所有其他實施例，都屬於本發明保護的範圍。

**【0038】** 需要說明的是，本發明實施例中將會用到術語“包括”，用於指出其後所聲明的特徵的存在，但並不排除增加其它的特徵。

**【0039】** 本發明提供了一種動作遷移方法及裝置，通過二維骨架關鍵點序列提取、二維骨架關鍵點序列到三維骨架關鍵點序列的重定向以及基於三維骨架關鍵點序列進行目標對象的動作渲染，實現了動作遷移，避免直接在圖元級別上實現動作遷移，能夠減輕初始視頻和目標視頻之間存在的結構和視角差異大的問題，尤其在初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，提高了動作遷移的準確度。另外，本發明利用二維骨架關鍵點序列重定向三維骨架關鍵點序列，避免了在動作遷移中使用誤差較大的三維關鍵點估計和重定向，有利於提高動作遷移的準確度。

**【0040】** 下面通過具體的實施例對本發明的動作遷移方法、裝置、設備及存儲介質進行說明。

【0041】 本發明實施例提供了一種動作遷移方法，該方法應用於進行動作遷移的終端設備或伺服器。具體地，如圖 1 所示，本發明實施例提供的動作遷移方法包括如下步驟：

【0042】 S110、獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻。

【0043】 這裡，第一初始視頻中包括多幀圖像，每幀圖像中初始對象可能呈現不同的姿勢，這些姿勢合併起來為初始對象的動作序列。

【0044】 S120、識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列。

【0045】 為了確定初始對象的動作序列，可以從第一初始視頻的每幀圖像中提取初始對象的二維骨架關鍵點，多幀圖像分別對應的二維骨架關鍵點形成上述二維骨架關鍵點序列。示例性的，上述二維骨架關鍵點可以包括初始對象的各個關節對應的關鍵點。各個關節對應的關鍵點組合連接起來，可以得到初始對象的骨架。

【0046】 在可能的實施方式中，可以利用二維姿態估計神經網路提取每幀圖像中初始對象的二維骨架關鍵點。

【0047】 上述初始對象可以是真實的人、虛擬的人、動物等，本發明對此不限定。

【0048】 S130、將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列。

【0049】 在可能的實施方式中，首先可以基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列；之後再基於所

述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0050】** 示例性的，上述初始對象的動作遷移分量序列包括運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列中的至少一種。

**【0051】** 其中，運動分量序列表示初始對象的運動，對象結構分量序列表示初始對象的身體形態，拍攝角度分量序列表示攝像機的角度。

**【0052】** 在一些實施例中，可以利用如下子步驟形成上述運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列：

**【0053】** 子步驟一、基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的二維骨架關鍵點，分別確定每一幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊；

**【0054】** 子步驟二、基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的運動分量資訊，確定所述運動分量序列；

**【0055】** 子步驟三、基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的對象結構分量資訊，確定所述對象結構分量序列；

**【0056】** 子步驟四、基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的拍攝角度分量資訊，確定所述拍攝角度分量序列。

**【0057】** 上述步驟是將每幀圖像對應的二維骨架關鍵點通過神經網路編碼成語義上正交的三個向量，分別得到每幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊。之後，將多幀圖像對應的運動分量資訊組合形成運動分量序列，多幀圖像

對應的對象結構分量資訊組合形成對象結構分量序列，多幀圖像對應的拍攝角度分量資訊組合形成拍攝角度分量序列。

**【0058】** 上述三個分量資訊中，每個分量資訊對於另外兩個分量資訊存在不變性。

**【0059】** 此步驟，利用二維骨架關鍵點序列正交分解後的動作遷移分量序列，來重定向三維骨架關鍵點序列，避免了在動作遷移中使用誤差較大的三維關鍵點估計和重定向，有利於提高動作遷移的準確度，並且能夠進一步降低了初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移準確度低的缺陷。

**【0060】** S140、基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

**【0061】** 在確定了三維骨架關鍵點序列之後，可以將該三維骨架關鍵點序列中的每幀圖像對應的三維骨架關鍵點投影回二維空間，得到目標對象的二維目標骨架關鍵點，多幀圖像對應的二維目標骨架關鍵點形成二維目標骨架關鍵點序列。之後，基於所述二維目標骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。其中，目標對象的動作序列與初始對象的動作序列相對應。

**【0062】** 在一些實施例中，在利用二維目標骨架關鍵點序列生成包括目標對象的動作序列的目標視頻時，可利用得到每組二維目標骨架關鍵點，進行動作渲染，得到每幀圖像對應的目標對象的姿勢，依次將各幀圖像中姿勢合併起來就能夠得到目標對象的動作序列。

【0063】 示例性的，可以利用視頻渲染引擎，基於每幀圖像對應的二維目標骨架關鍵點，生成包括所述目標對象的動作序列的目標視頻。

【0064】 上述將重建的三維骨架關鍵點序列重投影得到二維的目標骨架關鍵點序列，避免在動作遷移中使用誤差較大的三維關鍵點估計和重定向，有利於提高動作遷移的準確度。

【0065】 示例性的，上述步驟 130，可以利用一個訓練好的運動遷移神經網路對二維骨架關鍵點序列進行正交分解，以及利用分解得到的動作遷移分量序列確定目標對象的三維骨架關鍵點序列。

【0066】 上述運動遷移神經網路可以包括三個編碼器和一個解碼器，其中每個編碼器分別用於對二維骨架關鍵點序列中的每個二維骨架關鍵點進行分量資訊提取，以得到上述運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊。在得到上述分量資訊之後，利用一個解碼器進行解碼處理，重建得到目標對象的預估三維骨架關鍵點，最後將預估三維骨架關鍵點重投影回二維空間，得到上述三維骨架關鍵點序列中的一個三維骨架關鍵點。

【0067】 應當說明的是，在確定三維骨架關鍵點的時候，既可以利用編碼器直接解碼得到的對象結構分量資訊和拍攝視角分量資訊，也可以利用平均池化後的對象結構分量資訊和拍攝視角分量資訊來確定。具體地，將包括當前幀圖像的連續多幀圖像分別對象的二維骨架關鍵點進行正交分解，得到每幀圖像對應的對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊，之後，對每幀圖像對應的對象

結構分量資訊進行平均池化操作，得到當前幀圖像對應的最終的對象結構分量資訊；對每幀圖像對應的拍攝視角分量資訊進行平均池化操作，得到當前幀圖像對應的最終的拍攝視角分量資訊。最後，利用直接分解得到的運動分量資訊、平均池化操作得到的對象結構分量資訊和平均池化操作得到的拍攝角度分量資訊，確定當前幀圖像對應的三維骨架關鍵點。

**【0068】** 上述實施例避免直接在圖元級別上實現動作遷移，減少了第一初始視頻和目標視頻之間存在的結構和視角差異大的問題，尤其在初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，提高了動作遷移的準確度。另外，上述實施例將提取的二維骨架關鍵點正交分解為運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊，進一步減輕了初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移準確度低的缺陷。

**【0069】** 為了進一步減輕初始對象作出極端動作或初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移準確度低的缺陷，本發明實施例在確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列之前，還獲取了包括目標對象的第二初始視頻，並識別了所述目標對象在所述第二初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列。

**【0070】** 之後，在確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列時，首先基於所述目標對象的二維骨架關鍵點序列，確定所述目標對象的動作遷移分量序列；之後，基於所述初始對象的動作遷移分

量序列和所述目標對象的動作遷移分量序列，確定目標動作遷移分量序列；最後，基於所述目標動作遷移分量序列確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0071】** 上述確定目標對象的動作遷移分量序列的方法與確定初始對象的動作遷移分量序列的方法相同，同樣是首先從第二初始視頻的每幀圖像中分別提取目標對象的二維骨架關鍵點，並對每幀圖像中的二維骨架關鍵點進行正交分解，確定了所述目標對象的運動分量資訊、對象結構分量資訊、和拍攝角度分量資訊。最後，利用多幀圖像對應的運動分量資訊形成運動分量序列，利用多幀圖像對應的對象結構分量資訊形成對象結構分量序列，利用多幀圖像對應的拍攝角度分量資訊形成拍攝角度分量序列。

**【0072】** 上述實施例，利用融合後的目標動作遷移分量序列，重建目標對象的三維骨架關鍵點序列，之後再將重建的三維骨架關鍵點序列重投影得到目標對象的二維目標骨架關鍵點序列，避免了在動作遷移中使用誤差較大的三維關鍵點估計和重定向，有利於提高動作遷移的準確度。

**【0073】** 下面再通過一個具體的實施例對本發明的動作遷移方法進行說明。

**【0074】** 如圖 2 所示，本實施例的動作遷移方法包括如下步驟：

**【0075】** 步驟一、骨架提取操作。從第一初始視頻的每幀圖像中提取初始對象的二維骨架關鍵點，得到初始對象的二維骨架關鍵點序列；從第二初始視頻的每幀圖像中提取目標對象的二維骨架

關鍵點，得到目標對象的二維骨架關鍵點序列。

**【0076】** 步驟二、動作遷移處理。分別對初始對象的二維骨架關鍵點序列中的每個二維骨架關鍵點和目標對象的二維骨架關鍵點序列中的每個二維骨架關鍵點進行編碼處理，即進行正交分解，分別得到初始對象的每個二維骨架關鍵點或每幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊、和拍攝角度分量資訊，以及，目標對象的每個二維骨架關鍵點或每幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊、和拍攝角度分量資訊。

**【0077】** 上述初始對象的多幀圖像對應的運動分量資訊組成初始對象的運動分量序列，初始對象的多幀圖像對應的對象結構分量資訊組成初始對象的對象結構分量序列，初始對象的多幀圖像對應的拍攝角度分量資訊組成初始對象的拍攝角度分量序列。初始對象的運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列形成初始對象的動作遷移分量序列。

**【0078】** 同樣，上述目標對象的多幀圖像對應的運動分量資訊組成目標對象的運動分量序列，目標對象的多幀圖像對應的對象結構分量資訊組成目標對象的對象結構分量序列，目標對象的多幀圖像對應的拍攝角度分量資訊組成目標對象的拍攝角度分量序列。目標對象的運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列形成目標對象的動作遷移分量序列。

**【0079】** 之後，基於所述初始對象的動作遷移分量序列和所述目標對象的動作遷移分量序列，確定目標動作遷移分量序列；基於

所述目標動作遷移分量序列確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【0080】** 示例性的，可以是將初始對象的每幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊、和拍攝角度分量資訊，與，目標對象的每幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊、和拍攝角度分量資訊進行重新組合，得到重新組合的目標運動分量資訊、目標結構分量資訊、和目標角度分量資訊。

**【0081】** 上述多幀圖像對應的目標運動分量資訊可以組成目標運動分量序列，多幀圖像對應的目標結構分量資訊可以組成目標對象結構分量序列，多幀圖像對應的目標角度分量資訊可以組成目標拍攝角度分量序列。目標運動分量序列、目標對象結構分量序列和目標拍攝角度分量序列形成上述目標動作遷移分量序列。

**【0082】** 之後，對目標運動分量資訊、目標結構分量資訊、和目標角度分量資訊進行解碼操作，得到目標對象對應於一幀圖像在三個預設角度上的三維骨架關鍵點。多幀圖像的三維骨架關鍵點形成上述三維骨架關鍵點序列。

**【0083】** 最後，分別將每個預設角度上的三維骨架關鍵點重投回二維空間，分別得到目標對象在每個預設角度上的二維目標骨架關鍵點。

**【0084】** 步驟三、骨架到視頻渲染操作。基於每幀圖像中目標對象在每個預設角度上的二維目標骨架關鍵點，確定目標對象在每個預設角度上的目標動作，並基於目標動作生成目標對象在每個

預設角度上的目標視頻。

**【0085】** 上述實施例能夠顯著提高動作遷移的準確度，並且可以實現任意角度上的動作遷移。同時對於目標對象與初始對象在結構上差異較大、初始對象作為極端動作的情況仍然能夠進行準確的動作遷移，取得了較好的視覺效果。

**【0086】** 目前，由於運動呈現出複雜的非線性以及很難在真實世界找到配對的動作-角色資料，因此很難建立準確的動作遷移模型來實現上述動作遷移，致使動作遷移呈現出準確度低的缺陷。為了緩解上述缺陷，本發明還提供了一種動作遷移神經網路的訓練方法，該方法既可以應用於上述進行動作遷移處理的終端設備或伺服器上，也可應用於單獨進行神經網路訓練的終端設備或伺服器上。具體地，如圖 3 所示，可以包括如下步驟：

**【0087】** S310、獲取包括樣本對象的動作序列的樣本運動視頻。

**【0088】** S320、識別所述樣本對象在所述樣本運動視頻的多幀樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點序列。

**【0089】** 這裡，從樣本運動視頻的每幀圖像中提取樣本對象的第一樣本二維骨架關鍵點，多幀樣本圖像的第一樣本二維骨架關鍵點形成第一樣本二維骨架關鍵點序列。

**【0090】** 上述第一樣本二維骨架關鍵點可以包括樣本對象的各個關節對應的關鍵點。各個關節對應的關鍵點組合連接起來，可以得到樣本對象的骨架。

**【0091】** 在具體實施時，可以利用二維姿態估計神經網路提取樣

本對象的第一樣本二維骨架關鍵點。

【0092】 上述樣本對象可以是真實的人、虛擬的人、動物等，本發明對此不限定。

【0093】 S330、對第一樣本二維骨架關鍵點序列進行肢體比例縮放處理，得到第二樣本二維骨架關鍵點序列。

【0094】 這裡，按照預定的縮放比例，對第一樣本二維骨架關鍵點序列中的每個第一樣本二維骨架關鍵點進行肢體比例縮放，得到第二樣本二維骨架關鍵點序列。

【0095】 如圖 4 所示，第一樣本二維骨架關鍵點  $x$  進行肢體比例縮放後，得到第二樣本二維骨架關鍵點  $x'$ 。

【0096】 S340、基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定損失函數。基於所述損失函數，調整所述動作遷移神經網路的網路參數。

【0097】 在具體實施時，可以分別對第一樣本二維骨架關鍵點序列中的每個第一樣本二維骨架關鍵點和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列中的每個第二樣本二維骨架關鍵點進行正交分解，利用分解得到資訊進行三維骨架關鍵點序列預估，和二維的樣本骨架關鍵點恢復，並利用分解得到的資訊、預估的三維骨架關鍵點序列和恢復的二維的樣本骨架關鍵點構建損失函數。

【0098】 這裡，以構建的損失函數取值最小為目標訓練動作遷移神經網路。

【0099】 本實施方式，利用樣本對象的第一樣本二維骨架關鍵點

序列和對樣本對象進行肢體比例縮放後的第二樣本二維骨架關鍵點序列構建損失函數，來訓練動作遷移神經網路，能夠提高在初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移的準確度。並且在訓練上述動作遷移神經網路的時候，並未使用真實世界中配對的動作-角色資料，實現了無監督的構建損失函數和訓練動作遷移神經網路，有利於提高訓練得到的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。

**【0100】** 上述動作遷移神經網路具體可以包括三個編碼器和一個解碼器，對動作遷移神經網路的訓練實質上是對上述是三個編碼器和一個解碼器的訓練。

**【0101】** 在一些實施例中，上述基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定損失函數，具體可以利用如下步驟實現：

**【0102】** 步驟一、基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列，確定所述第一樣本動作遷移分量序列。

**【0103】** 對第一樣本二維骨架關鍵點序列中的每個第一樣本二維關鍵點進行正交分解，得到每幀樣本圖像對應的第一樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊。多幀樣本圖像對應的第一樣本運動分量資訊形成第一樣本運動分量序列；多幀樣本圖像對應的第一樣本結構分量資訊形成第一樣本結構分量序列；多幀樣本圖像對應的第一樣本角度分量資訊形成第一樣本角度分量序列。第一樣本運動分量序列、第一樣本角度分

量序列和第一樣本結構分量序列形成上述第一樣本動作遷移分量序列。

**【0104】** 這裡，如圖 4 所示，利用動作遷移神經網路中的一個編碼器  $E_m$  對一個第一樣本二維骨架關鍵點  $x$  進行處理，得到第一樣本運動分量資訊，利用另一個編碼器  $E_s$  對該第一樣本二維骨架關鍵點  $x$  進行處理，得到第一樣本結構分量資訊，利用最後一個編碼器  $E_v$  對該第一樣本二維骨架關鍵點進行處理  $x$ ，得到第一樣本角度分量資訊。

**【0105】** 對當前幀樣本圖像對應的第一樣本結構分量資訊和當前幀樣本圖像相鄰的多幀（例如，64 幀）樣本圖像對應的第一樣本結構分量資訊進行均值池化處理，得到最終的第一樣本結構分量資訊  $\bar{s}$ 。對當前幀樣本圖像對應的第一樣本角度分量資訊和當前幀樣本圖像相鄰的多幀樣本圖像對應的第一樣本結構分量資訊進行均值池化處理，得到最終的第一樣本角度分量資訊  $\bar{v}$ 。當前幀樣本圖像對應的第一樣本運動分量資訊不用進行均值池化處理，可以直接作為最終的第一樣本運動分量資訊  $m$ 。

**【0106】** 步驟二、基於所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定所述第二樣本動作遷移分量序列。

**【0107】** 對第二樣本二維骨架關鍵點序列中的每個第二樣本二維關鍵點進行正交分解，得到每幀樣本圖像對應的第二樣本運動分量資訊、第二樣本結構分量資訊和第二樣本角度分量資訊。多幀樣本圖像對應的第二樣本運動分量資訊形成第二樣本運動分量序

列；多幀樣本圖像對應的第二樣本結構分量資訊形成第二樣本結構分量序列；多幀樣本圖像對應的第二樣本角度分量資訊形成第二樣本角度分量序列。第二樣本運動分量序列、第二樣本角度分量序列和第二樣本結構分量序列形成上述第二樣本動作遷移分量序列。

【0108】這裡，如圖 4 所示，利用動作遷移神經網路中的一個編碼器  $E_m$  對一個第二樣本二維骨架關鍵點  $x'$  進行處理，得到第二樣本運動分量資訊，利用另一個編碼器  $E_s$  對第二樣本二維骨架關鍵點  $x'$  進行處理，得到第二樣本結構分量資訊，利用最後一個編碼器  $E_v$  對第二樣本二維骨架關鍵點  $x'$  進行處理，得到第二樣本角度分量資訊。

【0109】對當前幀樣本圖像對應的第二樣本結構分量資訊和當前幀樣本圖像相鄰的多幀樣本圖像對應的第二樣本結構分量資訊進行均值池化處理，得到最終的第二樣本結構分量資訊  $\bar{s}'$ 。對當前幀樣本圖像對應的第二樣本角度分量資訊和當前幀樣本圖像相鄰的多幀樣本圖像對應的第二樣本結構分量資訊進行均值池化處理，得到最終的第一樣本角度分量資訊  $\bar{v}'$ 。當前幀樣本圖像對應的第二樣本運動分量資訊不用進行均值池化處理，可以直接作為最終的第二樣本運動分量資訊  $m'$ 。

【0110】步驟三、基於所述第一樣本動作遷移分量序列，確定預估三維骨架關鍵點序列。

【0111】這裡，具體是利用一幀樣本圖像對應的第一樣本運動分

量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊，確定一個預估三維骨架關鍵點。多幀樣本圖像對應的預估三維骨架關鍵點即形成上述預估三維骨架關鍵點序列。

**【0112】** 這裡，具體可以利用一個解碼器 G 對一幀樣本圖像的第一樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊進行解碼處理，得到重建後的預估三維骨架關鍵點。

**【0113】** 步驟四、基於所述第一樣本動作遷移分量序列、第二樣本動作遷移分量序列和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述損失函數。

**【0114】** 在具體實施時，可以利用第一樣本動作遷移分量序列中的所述第一樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊、第一樣本角度分量資訊，第二樣本動作遷移分量序列中的第二樣本運動分量資訊、第二樣本結構分量資訊、第二樣本角度分量資訊進行二維的樣本骨架關鍵點恢復，並利用預估三維骨架關鍵點序列和恢復的二維的樣本骨架關鍵點構建損失函數。

**【0115】** 本實施方式，利用第一樣本二維骨架關鍵點序列正交分解後的第一樣本動作遷移分量序列、第二樣本二維骨架關鍵點序列正交分解後的第二樣本動作遷移分量序列，以及，基於第一樣本動作遷移分量序列重建得到的預估三維骨架關鍵點序列，來構建損失函數，能夠提高在初始對象與目標對象的結構差異較大時，動作遷移的準確度。

**【0116】** 由於樣本對象儘管在結構和拍攝視角上存在變化和擾

動，但是遷移後的運動資訊應該是不變的，因此可以通過構建運動不變損失函數，並且在訓練時，使運動不變損失函數最小，來提高構建的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。具體地，可以利用如下步驟構建上述運動不變損失函數：

**【0117】** 步驟一、基於所述第二樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊，確定所述第一樣本二維骨架關鍵點序列中對應的所述第一樣本二維骨架關鍵點對應的第一預估骨架關鍵點。

**【0118】** 如圖 4 所示，具體可以利用如下子步驟實現：利用解碼器  $G$  對第二樣本運動分量資訊  $m'$ 、第一樣本結構分量資訊  $\bar{s}$ 、第一樣本角度分量資訊  $\bar{v}$  進行處理，可以重建得到三維的骨架關鍵點  $\hat{x}'$ ，之後，利用旋轉投影函數  $\Phi(\hat{x}', 0)$  將三維的骨架關鍵點  $\hat{x}'$  重投影到二維空間，得到第一預估骨架關鍵點  $\hat{x}'$ 。

**【0119】** 步驟二、基於所述第一樣本運動分量資訊、第二樣本結構分量資訊和第二樣本角度分量資訊，確定所述第二樣本二維骨架關鍵點序列中對應的所述第二樣本二維骨架關鍵點對應的第二預估骨架關鍵點。

**【0120】** 如圖 4 所示，具體可以利用如下子步驟實現：利用解碼器  $G$  對第一樣本運動分量資訊  $m$ 、第二樣本結構分量資訊  $\bar{s}'$ 、第二樣本角度分量資訊  $\bar{v}'$  進行處理，可以重建得到三維的骨架關鍵點  $\hat{x}''$ ，之後，利用旋轉投影函數  $\Phi(\hat{x}'', 0)$  將三維的骨架關鍵點  $\hat{x}''$  重投影到二維空間，得到第二預估骨架關鍵點  $\hat{x}''$ 。

【0121】 步驟一和步驟二中，生成第一預估骨架關鍵點  $\hat{\mathbf{x}}'$  和第二預估骨架關鍵點  $\hat{\mathbf{x}}''$  的具體公式如下：

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{x}}' &= \phi \left[ G(E_m(\mathbf{x}'), \bar{E}_s(\mathbf{x}), \bar{E}_v(\mathbf{x})), 0 \right] \\ \hat{\mathbf{x}}'' &= \phi \left[ G(E_m(\mathbf{x}), \bar{E}_s(\mathbf{x}'), \bar{E}_v(\mathbf{x}')), 0 \right]\end{aligned}\quad (1)$$

【0122】 式中， $\bar{E}_s$  表示進行對編碼器提取的樣本結構分量資訊進行平均池化操作， $\bar{E}_v$  表示進行對編碼器提取的樣本角度分量資訊進行平均池化操作。

【0123】 步驟三、基於所述第一預估骨架關鍵點、第二預估骨架關鍵點、第一樣本運動分量資訊、第二樣本運動分量資訊、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述運動不變損失函數。

【0124】 構建的運動不變損失函數具體可以包括如下三個：

$$\mathcal{L}_{\text{crs}} = \frac{1}{2NT} \left( \frac{1}{2} |\mathbf{x} - \hat{\mathbf{x}}'| + \frac{1}{2} |\mathbf{x}' - \hat{\mathbf{x}}''| \right)\quad (2)$$

$$\mathcal{L}_{\text{inv}_m}^{(s)} = \frac{1}{MC_m} |E_m(\mathbf{x}) - E_m(\mathbf{x}')|\quad (3)$$

$$\mathcal{L}_{\text{inv}_m}^{(v)} = \frac{1}{KMC_m} \sum_{k=1}^K \left| E_m(\mathbf{x}) - E_m(\hat{\mathbf{x}}^{(k)}) \right|\quad (4)$$

$$\hat{\mathbf{x}}^{(k)} = \phi(\hat{\mathbf{X}}, \frac{k}{K+1}\pi), \quad k = 1, 2, \dots, K\quad (5)$$

【0125】 式中，N 表示樣本運動視頻的幀數，T 表示一個第一樣本

二維骨架關鍵點對應的關節的數量， $M$  表示一個預設的數值， $C_m$  表示第一樣本運動分量資訊對應的編碼長度， $K$  表示樣本對象旋轉的數量， $\hat{x}$  表示一個預估三維骨架關鍵點， $\mathcal{L}_{crs}$ 、 $\mathcal{L}_{inv\_m}^{(s)}$ 、 $\mathcal{L}_{inv\_m}^{(v)}$  表示三個運動不變損失函數。

**【0126】** 本發明實施例中，利用第一樣本二維骨架關鍵點序列和第二樣本二維骨架關鍵點序列正交分解後的資訊，對樣本對象進行骨架恢復得到第一預估骨架關鍵點，以及對肢體縮放後的樣本對象進行骨架恢復得到第二預估骨架關鍵點；之後，結合恢復得到的第一預估骨架關鍵點、第二預估骨架關鍵點和重建得到的樣本對象的預估三維骨架關鍵點序列能夠構建運動不變損失函數。

**【0127】** 由於樣本對象的結構隨著時間的變化存在不變性，因此可以通過構建結構不變損失函數，並且在訓練時，使運動不變損失函數和結構不變損失函數最小，來提高構建的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。具體地，可以利用如下步驟構建上述結構不變損失函數：

**【0128】** 步驟一、從所述第一樣本二維骨架關鍵點序列中，篩選所述樣本對象在第一時刻的第一樣本二維骨架關鍵點、所述樣本對象在第二時刻的第一樣本二維骨架關鍵點。

**【0129】** 從所述第二樣本二維骨架關鍵點序列中，篩選所述樣本對象在第二時刻的第二樣本二維骨架關鍵點、和所述樣本對象在第一時刻的第二樣本二維骨架關鍵點。

【0130】 上述第一樣本二維骨架關鍵點是從樣本運動視頻中第一時刻  $t_1$  和第二時刻  $t_2$  對應的樣本圖像中分別提取的樣本對象的二維骨架關鍵點，是未經過肢體比例縮放的樣本對象的骨架關鍵點。上述第二樣本二維骨架關鍵點是在樣本運動視頻中第一時刻  $t_1$  和第二時刻  $t_2$  對應的樣本圖像中分別提取的樣本對象的骨架關鍵點進行肢體比例縮放後的關鍵點。

【0131】 步驟二、基於所述樣本對象在第一時刻的第一樣本二維骨架關鍵點、所述樣本對象在第二時刻的第一樣本二維骨架關鍵點、所述樣本對象在第二時刻的第二樣本二維骨架關鍵點、所述樣本對象在第一時刻的第二樣本二維骨架關鍵點、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述結構不變損失函數。

【0132】 在具體實施時，構建的結構不變損失函數包括如下兩個：

$$\mathcal{L}_{\text{trip}_s} = \frac{1}{2M} \sum_{t_1, t_2} [\tau(\mathbf{s}_{t_1}, \mathbf{s}_{t_2}, \mathbf{s}'_{t_2}) + \tau(\mathbf{s}'_{t_1}, \mathbf{s}'_{t_2}, \mathbf{s}_{t_2})] \quad (6)$$

$$\mathcal{L}_{\text{inv}_s} = \frac{1}{KC_b} \sum_{i=1}^K \left| \bar{E}_s(\mathbf{x}) - \bar{E}_s(\hat{\mathbf{x}}^{(k)}) \right| \quad (7)$$

$$\tau(\mathbf{s}_{t_1}, \mathbf{s}_{t_2}, \mathbf{s}'_{t_2}) = \max \{ 0, s(\mathbf{s}_{t_1}, \mathbf{s}'_{t_2}) - s(\mathbf{s}_{t_1}, \mathbf{s}_{t_2}) + m \} \quad (8)$$

【0133】 式中， $\mathbf{s}_{t_1}$  表示從時刻  $t_1$  的第一樣本二維骨架關鍵點中直接提取的樣本結構分量資訊， $\mathbf{s}_{t_2}$  表示從時刻  $t_2$  的第一樣本二維骨架關鍵點中直接提取的樣本結構分量資訊， $\mathbf{s}_{t_2}'$  表示從時刻  $t_2$  的

二樣本二維骨架關鍵點中直接提取的樣本結構分量資訊， $S_{t1}$  表示從時刻  $t1$  的第二樣本二維骨架關鍵點中直接提取的樣本結構分量資訊， $C_b$  表示第一樣本結構分量資訊對應的編碼長度， $m$  是一個預設的數值， $s()$  表示余弦相似函數， $\mathcal{L}_{trip-s}$ 、 $\mathcal{L}_{inv-s}$  表示兩個結構不變損失函數。

【0134】本發明實施例中，利用不同時刻的第一樣本二維骨架關鍵點和第二樣本二維骨架關鍵點，結合重建得到的樣本對象的預估三維骨架關鍵點序列能夠構建結構不變損失函數。

【0135】由於樣本對象的拍攝視角隨著樣本對象的運動和結構的變化，存在不變性，因此可以通過構建視角不變損失函數，並且在訓練時，使視角不變損失函數、運動不變損失函數和結構不變損失函數最小，能夠提高構建的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。具體地，可以利用如下步驟構建視角不變損失函數：

【0136】基於所述樣本對象在第一時刻的第一樣本二維骨架關鍵點、所述樣本對象在第二時刻的第一樣本二維骨架關鍵點、第一樣本角度分量資訊、第二樣本角度分量資訊、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述視角不變損失函數。

【0137】構建的視角不變損失函數具體包括如下兩個：

$$\mathcal{L}_{trip} = \frac{1}{2MK} \sum_{k, t_1, t_2} \left[ \tau(\mathbf{v}_{t_1}, \mathbf{v}_{t_2}, \mathbf{v}_{t_2}^{(k)}) + \tau(\mathbf{v}_{t_1}^{(k)}, \mathbf{v}_{t_2}^{(k)}, \mathbf{v}_{t_2}) \right] \quad (9)$$

$$\mathcal{L}_{\text{inv}_v} = \frac{1}{C_v} \left| \bar{E}_v(\mathbf{x}) - \bar{E}_v(\mathbf{x}') \right| \quad (10)$$

$$\mathbf{v}^{(k)} = \bar{E}_v(\hat{\mathbf{x}}^{(k)}), t_1 \neq t_2 \quad (11)$$

【0138】 式中， $\mathbf{v}_{t1}$  表示從時刻  $t_1$  的第一樣本二維骨架關鍵點中直接提取的樣本角度分量資訊， $\mathbf{v}_{t2}$  表示從時刻  $t_2$  的第一樣本二維骨架關鍵點中直接提取的樣本角度分量資訊， $C_v$  表示第一樣本角度分量資訊對應的編碼長度， $\mathcal{L}_{\text{trip}}$ 、 $\mathcal{L}_{\text{inv}_v}$  表示兩個視角不變損失函數。

【0139】 由於樣本對象在進行樣本對象恢復時，應該存在不變性，因此可以通過構建重建恢復損失函數，並且在訓練時，使重建恢復損失函數、視角不變損失函數、運動不變損失函數和結構不變損失函數最小，來提高構建的動作遷移神經網路在進行動作遷移時的準確度。具體的，可以利用如下步驟構建重建恢復損失函數：

【0140】 基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述重建恢復損失函數。

【0141】 構建的重建恢復損失函數具體包括如下兩個：

$$\mathcal{L}_{\text{rec}} = \frac{1}{2NT} \left| \mathbf{x} - \phi(\hat{\mathbf{X}}, 0) \right| \quad (12)$$

$$\mathcal{L}_{\text{adv}} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \mathbb{E}_{\mathbf{x} \sim p_{\mathbf{x}}} \left[ \frac{1}{2} \log D(\mathbf{x}) + \frac{1}{2} \log(1 - D(\hat{\mathbf{x}}^{(k)})) \right] \quad (13)$$

式中， $D$  表示一個時序上的卷積網路， $\mathbb{E}_{\mathbf{x} \sim p_{\mathbf{x}}}$  表示  $\mathbf{x}$  取自樣本的概  
率分佈，再對後面的函數，即  $\frac{1}{2} \log D(\mathbf{x}) + \frac{1}{2} \log(1 - D(\hat{\mathbf{x}}^{(k)}))$  求  
期望， $\mathcal{L}_{\text{rec}}$ 、 $\mathcal{L}_{\text{adv}}$  表示兩個重建恢復損失函數。

**【0142】** 通過上面的實施例構建了重建恢復損失函數、視角不變  
損失函數、運動不變損失函數和結構不變損失函數，在具體實施  
時，可以利用如下公式對上述損失函數進行融合，得到目標損失  
函數：

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & \lambda_{\text{rec}} \mathcal{L}_{\text{rec}} + \lambda_{\text{crs}} \mathcal{L}_{\text{crs}} + \lambda_{\text{adv}} \mathcal{L}_{\text{adv}} + \lambda_{\text{trip}} (\mathcal{L}_{\text{trip}_s} + \mathcal{L}_{\text{trip}_v}) \\ & + \lambda_{\text{inv}} (\mathcal{L}_{\text{inv}_m}^{(s)} + \mathcal{L}_{\text{inv}_m}^{(v)} + \mathcal{L}_{\text{inv}_s} + \mathcal{L}_{\text{inv}_v}) \end{aligned} \quad (14)$$

**【0143】** 式中， $\lambda_{\text{rec}}$ 、 $\lambda_{\text{crs}}$ 、 $\lambda_{\text{adv}}$ 、 $\lambda_{\text{trip}}$ 、 $\lambda_{\text{inv}}$  均表示預設的權重。

**【0144】** 在訓練動作遷移神經網路的時候，以上述目標損失函數  
取值最小即可。

**【0145】** 對應於上述動作遷移方法，本發明還提供了一種動作遷  
移裝置，該裝置應用於進行動作遷移的終端設備或伺服器上，並  
且各個模組能夠實現與上述方法中相同的方法步驟以及取得相同  
的有益效果，因此對於其中相同的部分，本發明不再進行贅述。

**【0146】** 如圖 5 所示，本發明提供的一種動作裝置可以包括：

【0147】 視頻獲取模組 510，用於獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻。

【0148】 關鍵點提取模組 520，用於識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列。

【0149】 關鍵點轉換模組 530，用於將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列。

【0150】 圖像渲染模組 540，用於基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

【0151】 在一些實施例中，所述關鍵點轉換模組 530 在將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列時，用於：基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列；基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

【0152】 在一些實施例中，所述視頻獲取模組 510 還用於獲取包括目標對象的第二初始視頻；所述關鍵點提取模組 520 還用於識別所述目標對象在所述第二初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列。相應地，所述關鍵點轉換模組 530 在基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列時，用於：基於所述目標對象的二維骨架關鍵點序列，確定所述目標對象的動作遷移分量序列；基於所述初始對象的動作遷移分量序列和所述目標對象的動作遷移分量序列，確定目標動作遷移分量序列；基於所述目標動作遷移分量序列確定所述目標對象

的三維骨架關鍵點序列。

【0153】 在一些實施例中，所述初始對象的動作遷移分量序列包括運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列；

【0154】 所述關鍵點轉換模組 530 在基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列時，用於：基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的二維骨架關鍵點，分別確定每一幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的運動分量資訊，確定所述運動分量序列；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的對象結構分量資訊，確定所述對象結構分量序列；基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的拍攝角度分量資訊，確定所述拍攝角度分量序列。

【0155】 本發明實施例公開了一種電子設備，如圖 6 所示，包括：處理器 601、記憶體 602 和匯流排 603，所述記憶體 602 存儲有所述處理器 601 可執行的機器可讀指令，當電子設備運行時，所述處理器 601 與所述記憶體 602 之間通過匯流排 603 通信。

【0156】 所述機器可讀指令被所述處理器 601 執行時執行以下動作遷移方法的步驟：獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻；識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列；將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列；基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括

目標對象的動作序列的目標視頻。

**【0157】** 除此之外，機器可讀指令被處理器 61 執行時，還可以執行上述方法部分描述的任一實施方式中的方法內容，這裡不再贅述。

**【0158】** 本發明實施例還提供的一種對應於上述方法及裝置的電腦程式產品，包括存儲了程式碼的電腦可讀存儲介質，程式碼包括的指令可用於執行前面方法實施例中的方法，具體實現可參見方法實施例，在此不再贅述。

**【0159】** 上文對各個實施例的描述傾向於強調各個實施例之間的不同之處，其相同或相似之處可以相互參考，為了簡潔，本文不再贅述。

**【0160】** 所屬領域的技術人員可以清楚地瞭解到，為描述的方便和簡潔，上述描述的系統和裝置的具體工作過程，可以參考方法實施例中的對應過程，本發明中不再贅述。在本發明所提供的幾個實施例中，應該理解到，所揭露的系統、裝置和方法，可以通過其它的方式實現。以上所描述的裝置實施例僅僅是示意性的，例如，所述模組的劃分，僅僅為一種邏輯功能劃分，實際實現時可以有另外的劃分方式，又例如，多個模組或元件可以結合或者可以集成到另一個系統，或一些特徵可以忽略，或不執行。另一點，所顯示或討論的相互之間的耦合或直接耦合或通信連接可以是通過一些通信介面，裝置或模組的間接耦合或通信連接，可以是電性，機械或其它的形式。

【0161】 所述作為分離部件說明的模組可以是或者也可以不是物理上分開的，作為模組顯示的部件可以是或者也可以不是物理單元，即可以位於一個地方，或者也可以分佈到多個網路單元上。可以根據實際的需要選擇其中的部分或者全部單元來實現本實施例方案的目的。

【0162】 另外，在本發明各個實施例中的各功能單元可以集成在一個處理單元中，也可以是各個單元單獨物理存在，也可以兩個或兩個以上單元集成在一個單元中。

【0163】 所述功能如果以軟體功能單元的形式實現並作為獨立的產品銷售或使用時，可以存儲在一個處理器可執行的非易失的電腦可讀取存儲介質中。基於這樣的理解，本發明的技術方案本質上或者說對現有技術做出貢獻的部分或者該技術方案的部分可以以軟體產品的形式體現出來，該電腦軟體產品存儲在一個存儲介質中，包括若干指令用以使得一台電腦設備（可以是個人電腦，伺服器，或者網路設備等）執行本發明各個實施例所述方法的全部或部分步驟。而前述的存儲介質包括：U 盤、移動硬碟、ROM、RAM、磁碟或者光碟等各種可以存儲程式碼的介質。

【0164】 以上僅為本發明的具體實施方式，但本發明的保護範圍並不局限於此，任何熟悉本技術領域的技術人員在本發明揭露的技術範圍內，可輕易想到變化或替換，都應涵蓋在本發明的保護範圍之內。因此，本發明的保護範圍應以權利要求的保護範圍為準。

**【符號說明】****【0165】**

510：視頻獲取模組

520：關鍵點提取模組

530：關鍵點轉換模組

540：圖像渲染模組

601：處理器

602：記憶體

603：匯流排

S110、獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻的步驟

S120、識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列的步驟

S130、將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列的步驟

S140、基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻的步驟

S310、獲取包括樣本對象的動作序列的樣本運動視頻的步驟

S320、識別所述樣本對象在所述樣本運動視頻的多幀樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點序列的步驟

S330、對第一樣本二維骨架關鍵點序列進行肢體比例縮放處理，得到第二樣本二維骨架關鍵點序列的步驟

S340、基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定損失函數；基於所述損失函數，調整所述動作遷移神經網路的網路參數的步驟

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種動作遷移方法，其中，包括：

獲取包括初始對象的動作序列的第一初始視頻；

識別所述初始對象在所述第一初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列；

將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列；

基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻。

【請求項2】 如請求項1所述的動作遷移方法，其中所述將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列，包括：

基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列；

基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

【請求項3】 如請求項2所述的動作遷移方法，其中，

在確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列之前，還包括：

獲取包括所述目標對象的第二初始視頻；

識別所述目標對象在所述第二初始視頻的多幀圖像中的二維骨架關鍵點序列；

所述基於所述初始對象的動作遷移分量序列，確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列，包括：

基於所述目標對象的二維骨架關鍵點序列，確定所述目標對象的動作遷移分量序列；

基於所述初始對象的動作遷移分量序列和所述目標對象的動作遷移分量序列，確定目標動作遷移分量序列；

基於所述目標動作遷移分量序列確定所述目標對象的三維骨架關鍵點序列。

**【請求項4】** 如請求項2所述的動作遷移方法，其中，所述初始對象的動作遷移分量序列包括運動分量序列、對象結構分量序列和拍攝角度分量序列；

所述基於所述二維骨架關鍵點序列，確定所述初始對象的動作遷移分量序列，包括：

基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的二維骨架關鍵點，分別確定每一幀圖像對應的運動分量資訊、對象結構分量資訊和拍攝角度分量資訊；

基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的運動分量資訊，確定所述運動分量序列；

基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的對象結構分量資訊，確定所述對象結構分量序列；

基於所述第一初始視頻的多幀圖像中每一幀圖像對應的拍攝角度分量資訊，確定所述拍攝角度分量序列。

【請求項5】 如請求項1所述的動作遷移方法，其中，所述基於所述三維骨架關鍵點序列，生成包括目標對象的動作序列的目標視頻，包括：

基於所述三維骨架關鍵點序列，生成所述目標對象的二維目標骨架關鍵點序列；

基於所述二維目標骨架關鍵點序列，生成包括所述目標對象的動作序列的所述目標視頻。

【請求項6】 如請求項1至5任一項所述的動作遷移方法，其中，所述將所述二維骨架關鍵點序列轉換為目標對象的三維骨架關鍵點序列，包括：

採用動作遷移神經網路將所述二維骨架關鍵點序列轉換為所述目標對象的所述三維骨架關鍵點序列。

【請求項7】 如請求項6所述的動作遷移方法，其中，還包括訓練所述動作遷移神經網路的步驟：

獲取包括樣本對象的動作序列的樣本運動視頻；

識別所述樣本對象在所述樣本運動視頻的多幀樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點序列；

對第一樣本二維骨架關鍵點序列進行肢體比例縮放處理，得到第二樣本二維骨架關鍵點序列；

基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定損失函數；

基於所述損失函數，調整所述動作遷移神經網路的網路參數。

【請求項8】 如請求項7所述的動作遷移方法，其中，所述基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定損失函數，包括：

基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列，確定所述第一樣本動作遷移分量序列；

基於所述第二樣本二維骨架關鍵點序列，確定所述第二樣本動作遷移分量序列；

基於所述第一樣本動作遷移分量序列，確定預估三維骨架關鍵點序列；

基於所述第一樣本動作遷移分量序列、所述第二樣本動作遷移分量序列和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述損失函數。

【請求項9】 如請求項8所述的動作遷移方法，其中，所述損失函數包括運動不變損失函數；所述第一樣本動作遷移分量序列包括各幀樣本圖像對應的第一樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊；所述第二樣本動作遷移分量序列包括各幀樣本圖像對應的第二樣本運動分量資訊、第二樣本結構分量資訊和第二樣本角度分量資訊；

所述確定所述損失函數，包括：

基於所述各幀樣本圖像對應的所述第二樣本運動分量資訊、第一樣本結構分量資訊和第一樣本角度分量資訊，確定所述第一樣本二維骨架關鍵點序列中對應的所述第一樣本二維骨架關鍵點對應的第一預估骨架關鍵點；

基於所述各幀樣本圖像對應的所述第一樣本運動分量資訊、第二樣本結構分量資訊和第二樣本角度分量資訊，確定所述第二樣本二維骨架關鍵點序列中對應的所述第二樣本二維骨架關鍵點對應的第二預估骨架關鍵點；

基於所述第一預估骨架關鍵點、所述第二預估骨架關鍵點、所述第一樣本運動分量資訊、所述第二樣本運動分量資訊、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述運動不變損失函數。

**【請求項10】** 如請求項9所述的動作遷移方法，其中，所述損失函數還包括結構不變損失函數；

所述確定所述損失函數還包括：

從所述第一樣本二維骨架關鍵點序列中，篩選第一時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點以及第二時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點；

從所述第二樣本二維骨架關鍵點序列中，篩選所述第二時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵點以及所述第一時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵點；

基於所述第一時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第二時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第二時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵點、所述第一時刻對應的樣本圖像中的第二樣本二維骨架關鍵點、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述結構不變損失函數。

**【請求項11】** 如請求項10所述的動作遷移方法，其中，所述損失函數還包括視角不變損失函數；

所述確定所述損失函數還包括：

基於所述第一時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第二時刻對應的樣本圖像中的第一樣本二維骨架關鍵點、所述第一時刻和第二時刻對應的樣本圖像的第一樣本角度分量資訊、所述第一時刻和第二時刻對應的樣本圖像的第二樣本角度分量資訊、和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述視角不變損失函數。

**【請求項12】** 如請求項11所述的動作遷移方法，其中，所述損失函數還包括重建恢復損失函數；

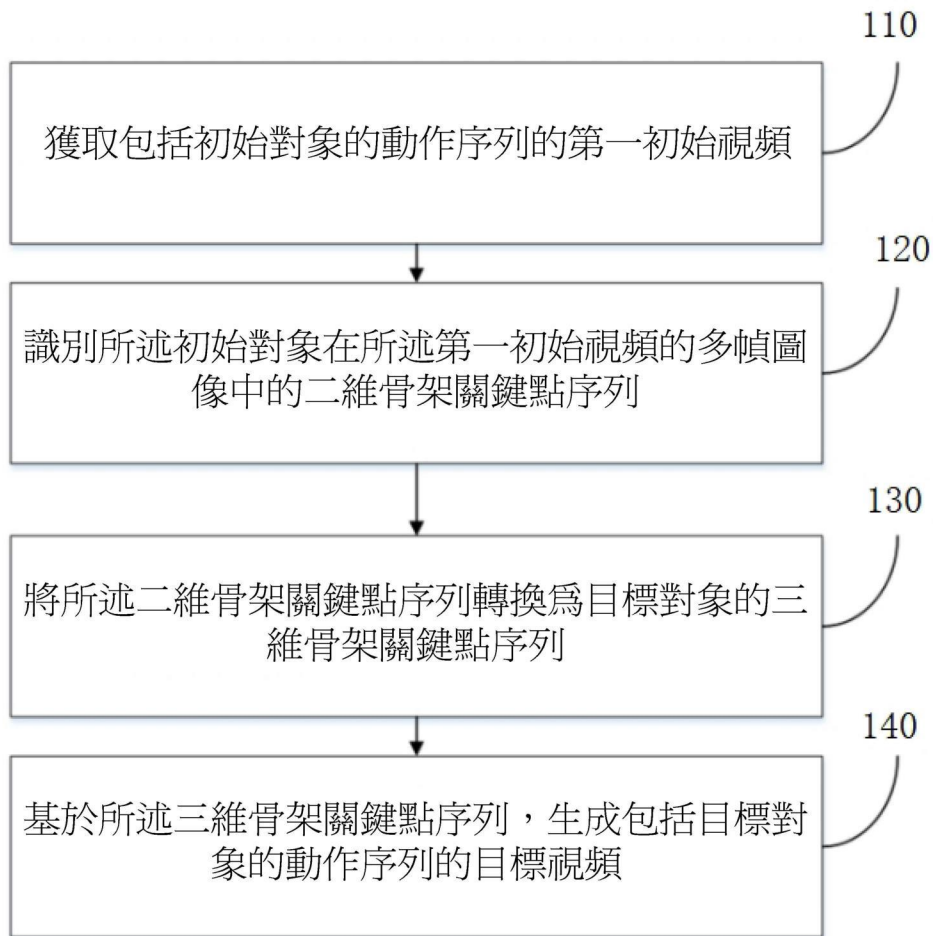
所述確定所述損失函數還包括：

基於所述第一樣本二維骨架關鍵點序列和所述預估三維骨架關鍵點序列，確定所述重建恢復損失函數。

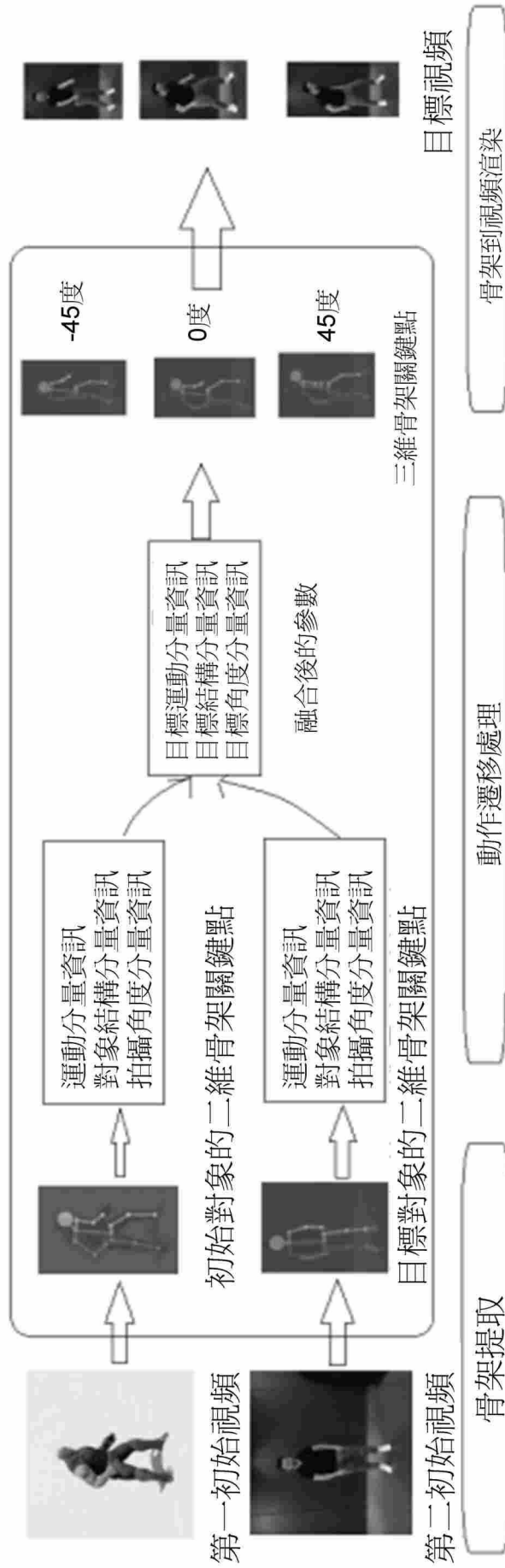
**【請求項13】** 一種電子設備，其中，包括：處理器、存儲介質和匯流排，所述存儲介質存儲有所述處理器可執行的機器可讀指令，當電子設備運行時，所述處理器與所述存儲介質之間通過匯流排通信，所述處理器執行所述機器可讀指令，以執行如請求項1~12任一所述的動作遷移方法。

**【請求項14】** 一種電腦可讀存儲介質，其中，所述電腦可讀存儲介質上存儲有電腦程式，所述電腦程式被處理器運行時執行如請求項1~12任一所述的動作遷移方法。

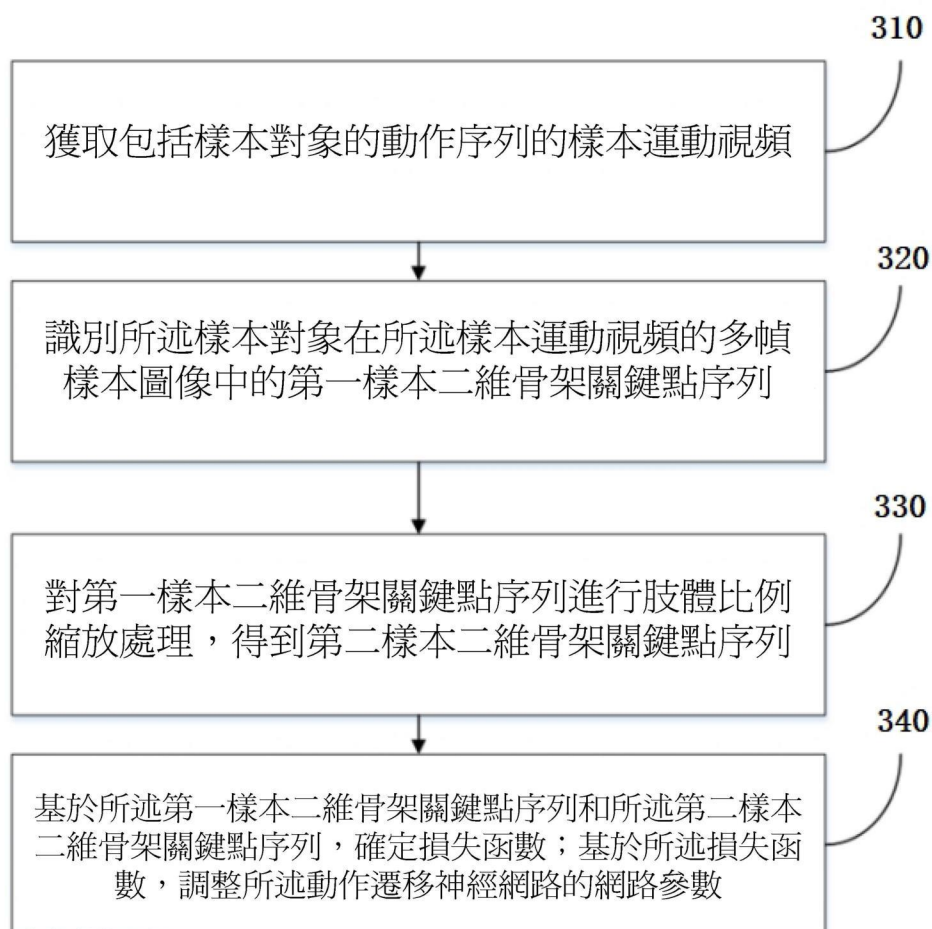
## 【發明圖式】



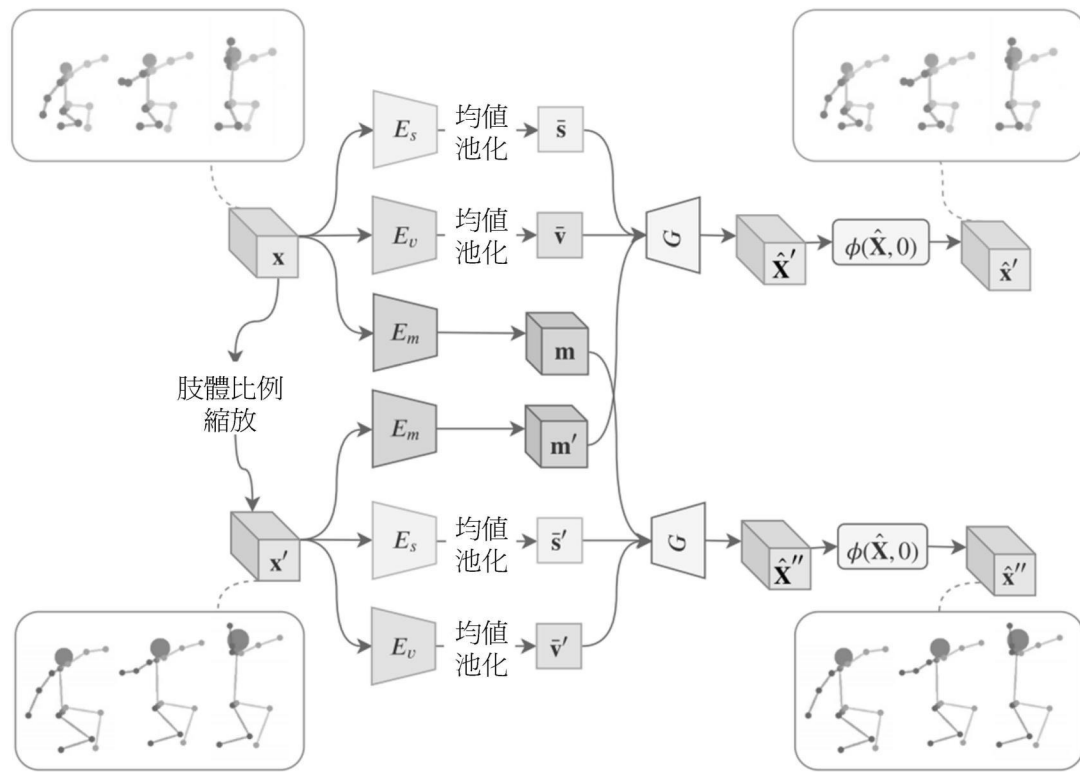
【圖1】



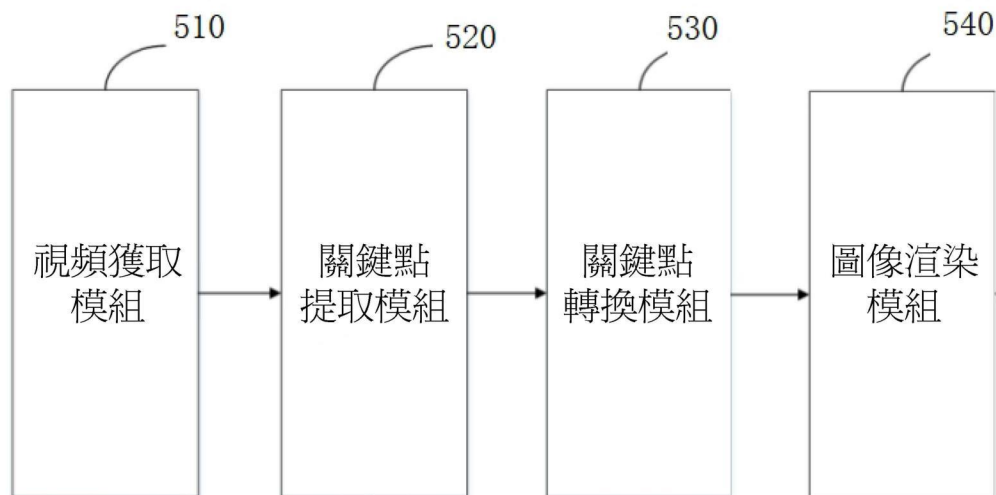
【圖2】



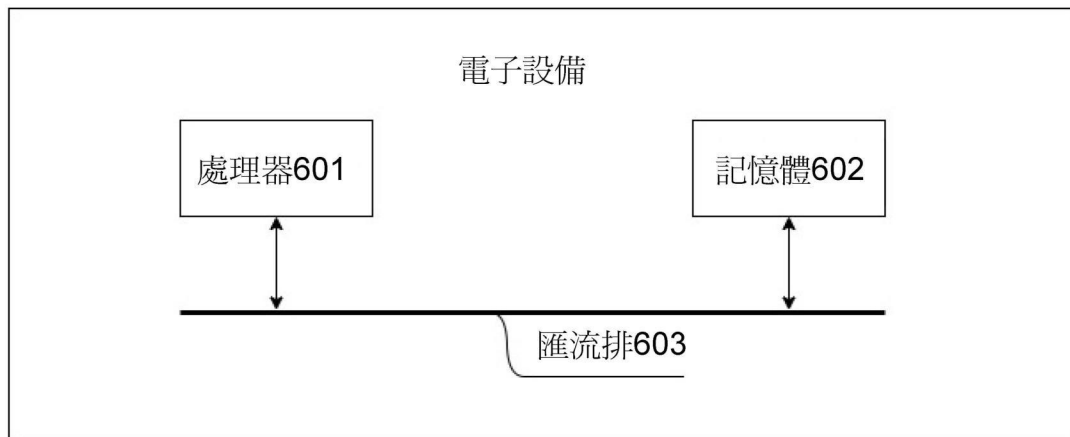
【圖3】



【圖4】



【圖5】



【圖6】