

# Spidery 메쉬 인터페이스와 뷰 모핑을 이용한 두 이미지로부터의 효율적인 3차원 애니메이션

## (An Efficient Walkthrough from Two Images using Spidery Mesh Interface and View Morphing)

조 항 신 <sup>†</sup>      김 창 현 <sup>††</sup>

(Hang-Shin Cho) (Chang-Hun Kim)

**요 약** 본 논문은 동일 장면을 나타내는 한 쌍의 이미지를 이용한 효율적인 3차원 애니메이션 기법을 제안한다. 간단하고 빠른 애니메이션을 위해 그림 속으로의 여행은 한 장의 이미지에서 시점의 깊이 이동을 가능하게 하지만 전경물체의 표현이 시점의 좌우 변환의 사실감을 고려하지 않으며, 뷰모핑은 두 장의 이미지 사이의 2차원 변환만을 이용하지만 시점의 이동이 두 카메라의 중심을 잇는 선상으로 제한된다는 단점이 있다. 본 논문은 두 기법의 단점을 서로 보완하여 시점의 깊이 이동뿐 아니라 좌우이동에서도 자연스러운 영상을 생성하는 새로운 애니메이션 기법을 제안한다. 본 논문에서는 배경 장면을 spidery 메쉬로부터 복원된 간단한 직육면체모델에 매핑하고, 관찰자가 주의 깊게 인식하는 전경물체에 대해서는 두 입력 이미지의 투영중심을 잇는 직선상에 평행한 시점의 이동에만 제한적으로 뷰모핑을 적용하여 장면 전체의 이미지 픽셀들에 대한 3차원 정보의 복원 비용을 줄이면서도 시점이동의 사실감을 높인다. 두 전경물체 사이의 선형보간 파라미터는 두 spidery 메쉬 간의 차이와 이에 대응하는 배경모델에서의 3차원 시점 변환과의 관계로부터 결정된다. 실험을 통해 제안방법이 간단한 인터페이스만으로도 사실감을 유지하는 자유로운 3차원 시점이동의 애니메이션을 생성함을 보인다.

**Abstract** This paper proposes an efficient walkthrough animation from two images of the same scene. To make animation easily and fast, Tour Into the Picture(TIP) enables walkthrough animation from single image but lacks the reality of its foreground object when the viewpoint moves from side to side, and view morphing uses only 2D transition between two images but restricts its camera path on the line between two views. By combining advantages of these two image-based techniques, this paper suggests a new virtual navigation technique which enable natural scene transformation when the viewpoint changes in the side-to-side direction as well as in the depth direction. In our method, view morphing is employed only in foreground objects, and background scene which is perceived carelessly is mapped into cube-like 3D model as in TIP, so as to save laborious 3D reconstruction costs and improve visual realism simultaneously. To do this, we newly define a camera transformation between two images from the relationship of the spidery mesh transformation and its corresponding 3D view change. The result animation shows that our method creates a realistic 3D virtual navigation using a simple interface.

### 1. 서 론

이미지 기반 모델링 및 렌더링 기법은 장면의 복잡도에

관계없이 빠른 렌더링 시간을 보장할 뿐 아니라 실제 사진을 이용해 실감있는 영상을 바로 얻을 수 있다는 장점이 있어 최근에 컴퓨터 그래픽스와 가상현실 분야의 많은 응용에서 관심의 대상이 되고 있다. 이 분야의 연구들은 주로 여러 각도에서 찍은 사진 이미지들을 이용하여 새로운 시점에서의 영상을 생성해 낸다든지[3,4,10,12,14,16,20,21,22,24], 아니면 몇 장의 사진들로부터 간단한 모델을 복원해내는 것들[1,5,6,11]이다. 그러나, 이 기법들에서는 새

· 이 논문은 2000년도 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었음.

† 비 회 원 : 고려대학교 컴퓨터학과  
hschoKU@hotmail.com

†† 중 신 회 원 : 고려대학교 컴퓨터학과 교수  
chkim@cgvr.korea.ac.kr

논문접수 : 2000년 1월 31일  
심사완료 : 2000년 9월 4일

시점에서의 영상을 합성하는데 이미지의 각 픽셀에 대한 강도의 비교로부터의 3차원 관계의 추정 등 컴퓨터 비전의 복잡한 과정을 거치면서도 에러를 유발하기 쉬운 방법을 이용하고 있어서 이에 대한 간단하고 빠른 방법의 개발이 요구되어지고 있다.

그림 속의 여행(Tour Into the Picture(TIP))[11]과 뷰모핑(view morphing)[19]도 이런 노력의 하나로, TIP에서는 spidery 메쉬의 간단한 인터페이스를 도입하여 한 장의 그림만으로도 3차원적인 시점의 깊이 변환을 가능하게 하였고, 뷰모핑에서는 카메라나 두 이미지의 3차원 정보 없이 2차원 변환만으로 두 이미지 사이의 3차원 시점변환에 타당한 중간 영상을 생성한다. 그러나, TIP는 전경물체의 표현이 서있는 판자 위의 고정된 이미지 형태로 시점의 좌우이동시의 사실감을 고려하지 않으며, 뷰모핑은 시점의 변환이 두 뷰를 잇는 직선 상에 위치하여 시점의 깊이 이동이 불가능하다.

본 논문은 TIP에서의 간단한 인터페이스를 사용하면서도 전경물체의 표현에는 뷰모핑의 사실감을 도입한 새로운 방법을 제안한다. 입력으로는 같은 장면을 나타내는 서로 다른 시점에서의 두 장의 이미지를 사용한다. 장면을 이루는 각 내용물들은 TIP에서와 같이 배경과 전경물체로 나뉘어, 배경을 이루는 장면은 간단한 직육면체 형태의 3차원 모델에 매핑되고, 관찰자가 주목하는 전경물체에 대해서는 시점이 두 입력이미지의 투영중심을 잇는 선상에 평행하게 움직일 때만 제한적으로 뷰모핑을 적용하여 두 이미지의 모든 대응 픽셀들의 3차원 깊이 정보의 계산 비용을 줄임과 동시에 시점의 좌우이동에서의 사실감을 향상시킨다(그림 1).

조정된 spidery 메쉬를 이용하여 복원되며, 전경물체는 생성된 배경모델 내에서의 시점의 위치를 파라미터로 하여 입력된 두 개의 전경 이미지를 사이를 뷰모핑을 이용해 선형보간하여 배경 모델 내에 판자형태로 위치시킨다. 애니메이션은 이렇게 구성된 가상의 3차원 환경 내에서 카메라의 네비게이션을 통해 얻어지며, 전경물체는 역시 판자형태로 서있지만 두 입력 뷰를 잇는 선상에 평행한 시점의 이동에 대해서는 자연스럽게 시점변환 효과를 보인다.

본 논문의 특징은 다음과 같다. 먼저 간편한 인터페이스를 제공하는 TIP기법에 사실감을 더한 애니메이션을 만들 수 있다. 즉, 시점의 깊이이동에서 뿐 아니라 좌우이동시에도 전경물체의 3차원적 변환을 보장하기 때문에 간단한 인터페이스만으로도 좀 더 3차원적 사실감을 살린 네비게이션이 가능하다. 둘째로는 하나의 입력이미지의 출발시점을 복원하는데 쓰었던 spidery 메쉬를 두 개 이상의 뷰사이의 관계를 정의하는 용도로 확장한다는 데 있다. 즉, 본 논문은 두 전경이미지들의 선형보간에서의 파라미터를 정하기 위해 두 이미지에서 조정된 spidery 메쉬 사이의 2차원적인 차이로부터 배경모델에서의 3차원 시점변환 정도를 예측한다. 아직은 두 뷰간의 회전이동을 정의하고 있지는 않지만 spidery 메쉬를 이용한 이미지로부터의 뷰변환의 분석은 지금까지 비전 기법들에서 사용되어져 왔던 복잡한 카메라 캘리브레이션등의 과정을 없애 줄 수 있는 새로운 방향을 제시한다. 본문의 제 3장에서 이 문제에 대해 spidery 메쉬의 특성과 3차원 시점이동과의 관계를 알아보고, 본 논문의 모델에 맞는 새로운 제약조건을 제안한다.

## 2. TIP과 뷰모핑

TIP[1,11]는 이미지 기반 기법의 일종으로, 여러 장의 입력 이미지들을 필요로 하는 일반적인 비전 기법들 대신, 2차원의 소실점 위치로부터 카메라의 위치를 복원하여, 한 장의 이미지만으로 그림이나 사진 속으로의 전진이나 비행 같은 시점이동의 애니메이션을 구현한 것이다. TIP에서는 이를 위하여 spidery 메쉬 인터페이스를 도입하였고, 또한 복원되는 장면의 3차원 구조를 직육면체 모양의 배경모델에 판자형태의 전경물체들이 서있는 형태로 제한하였다. TIP의 중심생각은 인간의 시각이 가까운 전경물체에 집중을 하며, 먼 곳에 있는 물체들은 세세히 인식하지 않는다는 ground theory[1,8,9]에 기반한 것으로 장면을 전경과 배경으로 나누어 배경부분에 대해서는 큰 직육면체의 내부에 입력이미지로부터 spidery 메쉬를 이용하여 나는 5개의 영역을 매핑시킨 단순화된 모델을 사용한다.

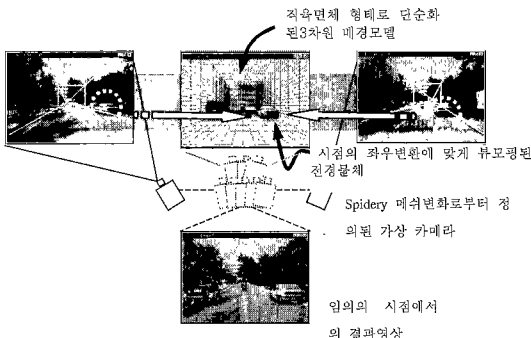


그림 1 Spidery 메쉬 인터페이스와 뷰모핑을 이용한 두 장의 이미지로부터의 애니메이션

이 때, 생성되는 3차원 배경모델은 첫번째 입력 뷰에서

TIP의 단점은 전경물체의 표현이 서있는 판자 위의 고정된 이미지 형태이므로 시점이 변화여도 전경물체의 모습이 시점의 평행 이동에 상관없이 변하지 않는다는 데 있다. Spidery 메쉬에 의해 정해진 시점의 시작 위치로부터 시점이 그림 내부로 깊이 이동을 해 들어가면, 전경물체는 그에 따라 커지는 모습을 보이게 되고, 또한 배경의 모습도 기하학적으로 정확하진 않으나 가상으로 새로이 구성된 3차원 환경 안으로 들어갈 때의 모습을 보이게 되므로, 확실히 장면 내부로 들어가는 듯한 효과를 보이게 된다. 그러나, 이 때의 전경물체는 한 장의 입력으로부터 오려내어 얻어진 것이므로 시점의 깊이이동에 따라 확대나 축소할 수는 있지만 시점이 좌우로 이동하는 경우에는 더 이상 시점에 맞는 변환을 할 수 없다.



(a) 입력이미지 (b) 시점의 전진 (c) 시점전진후 좌향이동

그림 2 TIP에서의 전경물체변화

그림 2는 고표의 한 작품으로 실험한 예로, 전경물체로 사용된 밀짚모자를 쓴 사람에 대해 시점이 전진함에 따라 그림 2(b)와 같이 커지는 변환은 가능하지만, 그림 2(c)와 같이 시점이 전진 및 좌향이동 할 경우엔 시점의 변환에 따라 보여야 할 밀짚모자를 쓴 사람의 오른쪽 모습이 보이지 않는 등 평면적인 입간판 모습을 그대로 유지하고 있다.

즉, TIP는 가장 단순화된 구성 요소들을 이용하여 주로 시점이 그림 속으로 이동하는 3차원적인 효과만을 얻는데 집중하고 있으며, 시점이 좌우방향으로 이동할 경우에는 전경물체의 3차원적 변환의 한계로 인해 상대적으로 사실감이 떨어진다.

뷰 모핑 [16,17,18,19]은 이미지 모핑을 이용한 뷰공간 기법으로 2차원에서의 조작만으로 한 물체가 다른 물체로 3차원적으로 변하는 효과를 나타낸다. 뷰모핑에서는 일반적인 이미지 모핑기법이 가지는 평행하지 않은 임의의 두 뷰 사이의 선형적인 보간에서 발생하는 이미지의 뒤틀림 현상을 해결하기 위해 에피폴라 기하학을 이용하여 두 이미지를 우선 평행한 뷰로 변환한 다음 이미지 모핑을 수행한 후 다시 postwarping으로 보정하여 시각적으로 타당한 중간 이미지를 생성하는 방법을 사용하였다. 뷰모핑의 단점은 시점의 이동이 두 입력이미지의 가상의 투영 중심

을 잇는 선상으로 제한 된다는 것이다. 따라서 입력을 이루는 장면 속으로의 자유로운 네비게이션이 불가능하며 단지 두 입력 이미지 사이의 2차원 변환만으로 제한된 범위 내에서의 3차원 효과를 보이는데 그친다: 뷰모핑에서 주목할 점은 가상카메라의 움직임은 비록 자체회전을 포함하지만, 그 경로를 두 카메라를 잇는 직선 상으로 유지한다는 사실이다(그림3).

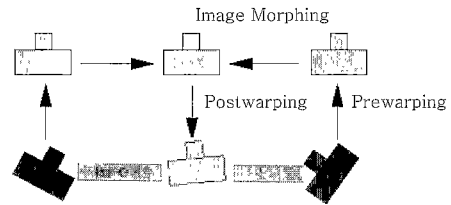


그림 3 뷰모핑에서의 카메라변환

### 3. 두 spidery 메쉬로부터 3차원 가상 공간의 복원

본 논문의 3차원 가상 배경모델은 첫번째 입력이미지의 spidery 메쉬로부터 만들어진다. 두번째 입력이미지의 spidery 메쉬로부터는 이 가상 배경모델 내에서의 시점 위치만을 얻으며, 전경물체의 3차원 변환 정도는 두 개의 spidery메쉬로부터 복원되어지는 가상 시점 간의 관계로부터 결정되어진다. 즉, 본 논문에서는 같은 배경모델의 투영된 모습을 나타내는 두 spidery 메쉬 간의 2차원 형태의 변화로부터 배경모델 내에서의 3차원 시점 변환 파라미터를 추출한다(그림4). 본 장에서는 이를 위해 두 입력에서의 spidery 메쉬의 차이와 배경모델에서의 시점이동의 관계를 알아보고, 이로부터 본 논문의 가상환경 모델에 적합한 새로운 제약조건을 제시한다.

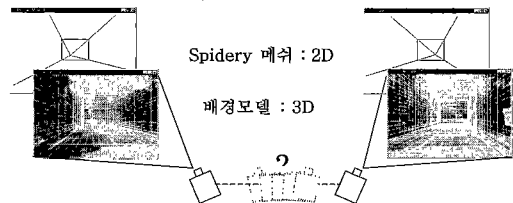


그림 4 두개의 Spidery 메쉬로부터 가상 카메라의 위치변화 추적문제

#### 3.1 시점의 이동과 Spidery 메쉬의 변화

본 논문에서는 TIP에서와 같은 구조의 spidery 메쉬와

배경모델을 사용하지만, TIP에서와는 달리 두 입력에서의 spidery 메쉬들이 하나의 배경모델을 다른 시점에서 본 모양을 나타내는 것이므로, 이들 사이의 관계로부터 배경모델에서의 시점의 이동정도를 알 수 있다.

그림 5는 두 입력이미지에서 spidery 메쉬간의 변환관계를 나타낸 것으로, 이는 크게 안쪽 사각형의 크기 변화, 안쪽사각형의 위치변화, 그리고 소실점의 위치 변화의 3가지로 나누어 볼 수 있다. 먼저, 그림 5(a)는 초기 spidery 메쉬와 그로부터 생성된 3차원 배경모델이다. 그림 5(b)는 초기 spidery 메쉬로부터 안쪽 사각형이 확대된 상태이다. 여기에서 안쪽사각형은 크기가 변하더라도 그 직사각형 형태는 유지하는 것을 알 수 있는데, 복원되는 배경 모델의 뒷면 벽에 해당하는 안쪽 사각형이 직사각형 형태를 유지 한다는 것은 뷰가 평행이동 했음을 의미한다. 따라서 안쪽 사각형의 크기가 커지거나 작아 지는 것은 시점이 뷰와 뒷면 벽에 수직방향으로 접근하거나 물러서는 상황을 나타내는 것으로 해석할 수 있다. 그림 5(c)는 소실점의 위치가 고정되어 있고, 안쪽 사각형의 위치가 변하는 경우이다. Spidery 메쉬는 직육면체 모델의 한점 원근 투영된 상태를 가정한 것이므로, spidery 메쉬에서의 소실점은 실제 3차원투영공간에서 시선의 방향인 z축에 평행인 선들의 집합이 모인 점이다. 따라서, 이 소실점의 위치가 고정된 채로 안쪽 사각형의 위치만이 변했다는 것은 사람의 시선이 향하고 있는 방향은 정면을 유지한 채로 시점이 평행이동한 경우나 혹은 배경 모델이 시선방향에 수직인 방향으로 평행이동 했음을 의미하는 것이다. 끝으로, 그림 5(d)는 소실점의 위치가 변하는 경우이다. 이 경우는 사람의 시선방향이 변한 것이다. 즉 카메라가 현 위치에서 회전하

는 경우를 뜻한다. 이 경우는 불행히도 본 논문의 spidery 메쉬의 구조로는 나타낼 수 없다. 왜냐하면 카메라의 회전은 한점 원근 투영에서 두점 또는 세점 원근 투영으로의 변화를 뜻하고, 이 때 안쪽 사각형의 모양이 사다리꼴 형태로 바뀌어야 하는데, 이런 경우는 제안된 구조의 spidery 메쉬로는 나타낼 수 없기 때문이다. 따라서, 본 논문에서는 spidery 메쉬의 위치변화는 곧 안쪽사각형의 위치변화정도를 뜻한다고 가정한다. 즉, 두 뷰 사이에 시점이 평행 이동한 정도만을 계산한다.

**3.2 본 논문의 가상환경모델을 위한 제약조건**

이상으로부터 살펴본 spidery 메쉬의 성질에 따라 본 논문에서 구성되어지는 가상환경모델에서의 시점변환은 다음과 같은 제약조건을 가진다고 가정한다.

1. 생성 배경모델은 첫번째 spidery 메쉬로부터 생성된다.
2. 두 번째 spidery 메쉬로부터 얻어지는 두번째 가상 시점의 위치는 첫번째 가상시점으로부터 배경모델의 전면에 대해 평행하게 이동한 결과이다.
3. 전경물체의 3차원 변환 정도는 두 개의 spidery 메쉬로부터 복원된 두 시점을 잇는 선상에 평행한 시점의 이동정도를 파라미터로 이용해 결정된다.

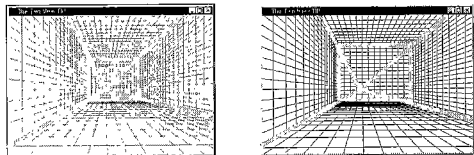
Spidery 메쉬의 관점에서 본 제약사항은 다음과 같다.

1. Spidery 메쉬의 안쪽 사각형의 가로세로비율(aspect ratio)은 두 뷰에서 같다.
2. 두 뷰에서 소실점의 위치는 고정되고 안쪽 사각형이 이동한 것으로 간주한다.

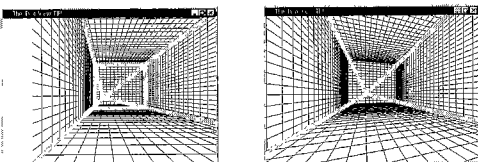
**3.3 복원된 두 가상시점 간 이동정도의 계측**

본 논문에서는 두 가상시점 간의 이동정도를 계산하기 위해 고정된 소실점의 위치에 대한 안쪽 사각형의 위치변화를 계산한다.

그림 6에서 계산원리를 나타내기 위한 몇 가지 변수들을 정의하였다. 이 예에서는 두 안쪽 사각형의 크기가 같다고 가정하였으며, 일반적인 경우에는 크기의 비를 조정하여 다음 과정에 따라 두번째 시점의 첫번째 시점에 대한 평행이동 정도를 예측할 수 있다.



(a) 초기 spidery 메쉬와 배경모델 (b) 시점의 전진



(c) 시점의 평행이동 (d) 시점의 회전

그림 5 시점의 이동과 Spidery 메쉬의 변형

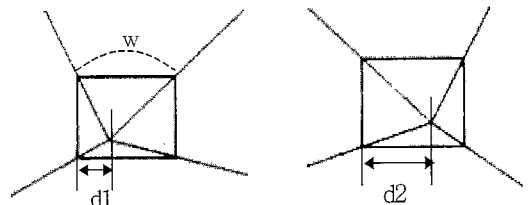


그림 6 고정된 소실점에 대한 안쪽 사각형의 위치변화 계산

본 논문에서는 첫번째 spidery 메쉬로부터 생성된 3차원 배경모델을 기준으로 삼는다. 먼저 그림 속 여행의 원리에 따라 첫번째 입력으로부터 배경모델을 이루는 좌우 벽, 바닥, 천정, 뒷면 벽의 3차원 좌표 값들을 계산한다. 이때 좌측 벽과 오른쪽 벽의 3차원  $x$ 값을 각각  $Mleft$ ,  $Mright$ 라 하면 이 사이의 값을  $Mright-Mleft$ 로 나타낼 수 있다. 이 값은 2차원인 spidery 메쉬상에서는 안쪽사각형의 너비에 해당한다. 우리는 시점의 평행이동을 가정하므로, 시점이 3차원상에서  $Mright$ 에서  $Mleft$ 로 움직여 감에 따라 2차원상에서의 소실점은 안쪽사각형의 왼쪽 변에서 오른쪽 변으로 움직여 감을 알 수 있다. 본 논문에서는 이 비례관계를 이용하여 첫번째 뷰에서 두번째 뷰쪽으로 얼마만큼 평행 이동했는지를 계산한다.

이를 공식으로 표현해보면  $x$ 축상에서의 이동은 다음 식 (1)과 같이 쓸 수 있다.

$$xdiff = (Mright - Mleft) \cdot \frac{d_2 - d_1}{w} \quad (1)$$

4. 시점이동에 따른 전경물체의 3차원 변환

전경물체의 3차원 변환은 3장에서 구한 시점이동의 파라미터에 따라 두 입력으로부터의 전경물체들 사이를 선형보간하여 수행된다. 생성된 전경물체는 가상환경 내에 판자형태로 위치하지만, 표현되는 이미지는 시점의 좌우 변환에 따라 3차원적으로 변형된 모습을 보인다.

4.1 전경이미지의 선형 보간 과정

전경물체의 중간 모습은 그림7과 같이 두 이미지 사이의 시점의 이동범위에 대한 현재 시점의 이동 위치의 비율을 이용해 두 전경 이미지를 선형보간 해 구한다. 이때, 선형보간의 구체적인 방법으로는 뷰모핑이나 이미지 왜곡이 사용되어진다. 그림 7에서와 같이 두 이미지를  $I_0, I_1$ 이라 하고 두 이미지의 뷰 사이의 3차원 카메라의 이동을

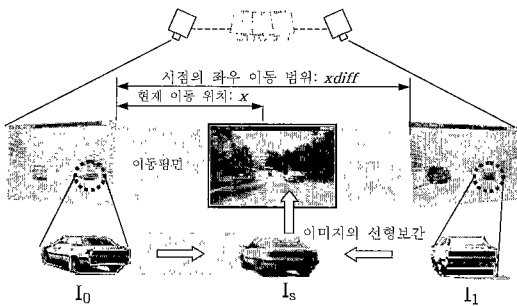


그림 7 전경 이미지의 선형 보간 과정

$xdiff$ , 그리고 처음 카메라의 위치에서 현재 카메라까지의 이동위치를  $x$ 라 하면 다음과 같은 선형 보간식에 의해 전경물체의 중간 모습을 얻을 수 있다.

$$I_s = I_0 \cdot \frac{x}{xdiff} + I_1 \cdot \frac{xdiff - x}{xdiff} \quad (2)$$

4.2 3차원 배경모델에서의 시점변환과 뷰모핑에 의한 전경물체의 시점변환

본 논문에서는 spidery 메쉬로부터 복원된 가상의 직육면체 모델 내를 카메라가 자유로이 네비게이션 함으로써 시점이동의 애니메이션을 생성한다. TIP에서의 카메라의 방향이나 경로는 전경물체의 판자형태가 잘 드러나지 않도록 회전이동을 제한하여, 주로 입력 장면을 정면에서 바라보는 깊이 방향으로의 이동인데, 본 논문에서는 이 카메라의 경로 중 두 입력이미지의 spidery 메쉬로부터 각각 복원된 가상의 시점 위치들을 잇는 직선상에 평행한 카메라 이동에 대해서는 전경물체에 뷰모핑을 적용한다. 이 때 근거로 사용되는 성질은 뷰모핑이 두 시점을 잇는 직선상의 시점변환을 표현한다는 사실이다. 본 논문에서는 전경과 배경을 나누며, 또한 3차원 배경모델은 첫번째 입력이 이미지로부터 생성되므로 이 상황을 그림으로 나타내 보면 다음과 같다.

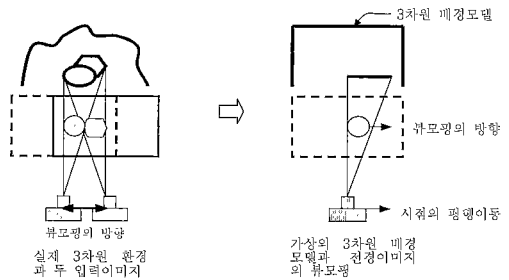


그림 8 전경물체의 뷰모핑에 의한 시점변환 방향과 배경 모델에서의 시점이동

그림 8에서 카메라는 배경모델과 전경이미지로 구성된 가상의 3차원 환경 안을 네비게이션하게 되는데, 이 때 뷰모핑은 카메라가 두 입력이미지의 카메라 중심을 잇는 선상에 평행한 방향으로 움직일 때만, 그리고 동시에 두 카메라 사이의 범위를 벗어나지 않을 때에만 적용된다.

두 입력이미지가 평행한 뷰가 아닌 경우에는 몇가지 상황을 더 고려해야 한다. 즉, 아래 그림 9에서 보듯, 배경모델은 첫번째 뷰의 spidery메쉬로부터 생성되므로, 두 뷰를 잇는 선상에 평행하지 않게 된다. 이 때에는 단순히 시점

이 배경모델의 평면에 평행하게 움직일 때 전경물체에 대해 뷰모핑을 적용시켜선 안되며, 시점이 배경모델 내에서 원래의 두 입력 뷰를 잇는 선상에 평행한 뷰모핑의 방향으로 움직일 때 뷰모핑을 적용시켜야 한다. 뷰모핑이 적용될 시점이동의 방향은 뷰모핑의 prewarping 과정 [16,19]에서 나온 첫번째 이미지의 회전 각도인  $\theta$  를 이용하여 구할 수 있다.

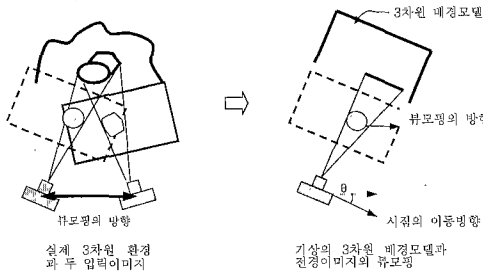


그림 9 평행하지 않은 두 뷰 간의 뷰모핑의 방향과 배경모델에서의 시점이동

### 4.3 네 개의 대응점만을 이용한 이미지 와핑에 의한 전경물체 생성

전경물체의 중간 뷰를 만들기 위한 선형보간의 간단한 방법으로 이미지 와핑이 사용되어질 수 있다. 본 논문에서 사용한 방법은 뷰모핑의 postwarping 단계 [16,19]에서 제안된 것으로 두 입력이미지에서 각 특징선들을 전부 지정해 주지 않고 대응영역의 4개의 점만을 지정하는 것으로 한 쪽 이미지에서 다른 쪽 이미지로의 이미지 변환행렬을 구해 이미지 와핑을 수행하여 이를 중간 뷰의 모습으로 사용하는 것이다.

그림 10은 이 원리를 자동차의 뷰의 변환에 적용한 예이다. 여기에서는 맨 왼쪽의 옆면의 정보가 많은 이미지들



그림 10 네 개의 대응점에 의한 이미지 와핑에 의한 시점이동의 효과



그림 11 뷰모핑에 의한 시점이동의 효과

와핑하여 점점 오른쪽의 이미지의 모습에 다다가도록 하였다. 네 개의 대응 꼭지점의 관계만을 이용하였으므로 두 번째 입력의 모습과 정확히 일치하지는 않음을 알 수 있다. 이 방법은 뷰모핑(그림 11)의 경우보다 결과 이미지의 질은 뒤떨어 지지만 전경물체가 화면 속 멀리 있는 경우나 이미지의 특징선을 지정하기에는 너무 작은 경우의 중간 프레임의 생성에 아주 간단한 인터페이스를 제공하여 좋은 효과를 보인다.

### 5. 두 장의 입력으로부터의 선택적 렌더링

본 논문은 두 장의 입력을 사용하므로 한 장의 이미지만으로 결과 모델의 색을 결정할 때 생기는 몇몇 문제점들을 해결할 수 있다.

먼저, 배경모델의 렌더링 과정에서 두 장의 입력 이미지에서 서로 모자라는 부분을 보충해 결과영상의 품질을 향상시킬 수 있다.

그림 12는 두 장의 입력 이미지로부터 적당한 텍스처를 뽑아내 배경물체에 매핑시킨 결과를 보여주고 있다. 그림 12(c)는 생성된 배경모델에 첫번째 입력이미지인 그림 12(a)의 텍스처를 입힌 후 시점을 오른쪽으로 이동시켜 본 모델인데, 한 장의 입력이미지가 갖는 정보의 한계 때문에 오른쪽 승용차의 뒷부분의 장면까지는 텍스처가 입혀지지 않은 상태를 보이고 있다. 그림 12(d)는 두 번째 입력 이미지로부터 이 부분을 가져와 붙인 모델이다. 이 때에는 첫번째 이미지의 오른쪽 경계부분의 배경모델에서의 깊이 값을 먼저 찾은 후에 두번째 입력의 spidery 메쉬로부터 만들어진 배경모델에서 그 깊이 값 이후의 없는 텍스처를 취하는 방식을 사용한다.

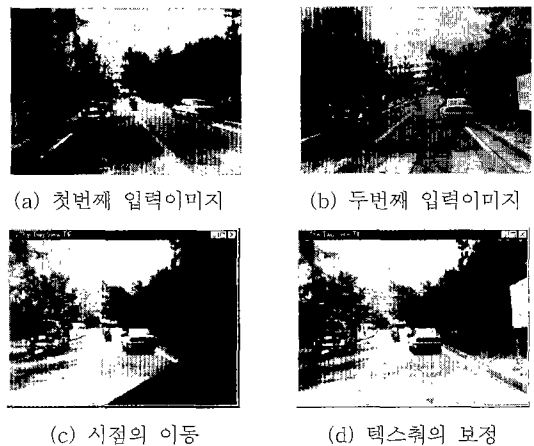
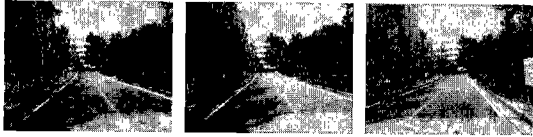


그림 12 두 입력이미지로부터의 배경모델의 렌더링



(a)첫번째 입력 (b)왼쪽벽의 렌더링 결과 (c) 두번째 입력

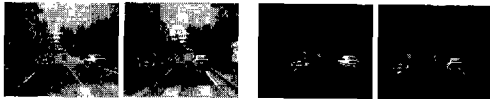
그림 13 선택적 이미지 매핑

TIP 애니메이션의 또 다른 단점은 시점이 장면의 내부로 깊이 들어갔을 경우 좌우벽의 이미지가 심하게 손상된다는 점이다. 이는 상하 좌우 벽을 이루는 부분의 텍스처가 부족할때서 기인하는데 본 논문에서는 두 장의 입력을 사용하므로 시점의 위치에 따라 좌우벽의 텍스처를 두 장의 입력으로부터 적당히 선택하여 사용할 수 있다.

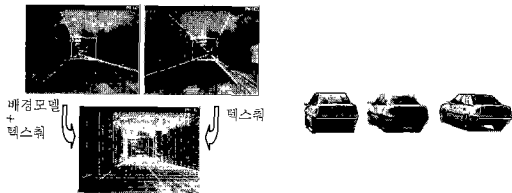
그림 13은 이러한 선택적 이미지 매핑의 예를 보인 것이다.

중간 그림에서 플래카드가 있는 왼쪽 벽의 일부는 두번째 입력 이미지로부터 가져온 것이다. 모델에서 왼쪽 벽면을 이루게 되는 정보는 오른쪽에서 찍은 두번째 입력이 더 많이 가지고 있고 또한 반대로 오른쪽 벽면을 이루는 부분은 왼쪽에서 찍은 첫번째 입력이 많이 가지고 있으므로 본 논문에서는 특히 시점이 안쪽으로 들어가거나 회전할 때 생기는 이미지의 손상을 보완하기 위한 보조 도구로 이런 선택적 이미지 매핑을 사용하였다.

6. 실험결과



(a) 두장의 입력 (b) 전경물체의 분리



(c) 배경모델의 생성 (d) 뷰모핑을 통한 전경물체생성



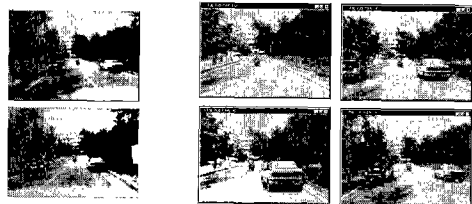
(e) 전경물체를 위치시켜 렌더링

그림 14 시스템의 전체 처리과정

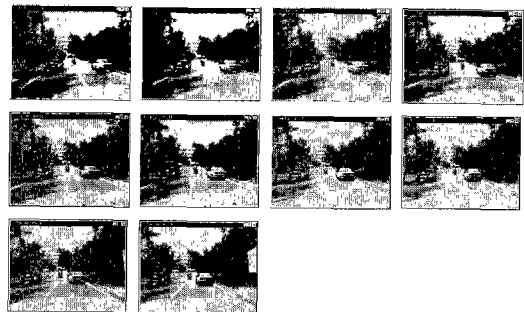
그림 14는 전체 처리과정을 나타내고 있다. 먼저 두 장의 이미지를 입력으로 받는다(그림 14(a)). 본 실험에서는 두 위치에서 동시에 찍은 두 장의 사진을 입력으로 사용하였다. 다음으로 그림 14(b)에서와 같이 두 이미지에서 전경물체가 될 부분을 분리한다. 전경 물체로는 두 대의 자동차와 오토바이를 탄 사람들을 선택하였다.

그림 14(c)는 분리된 배경이미지 부분에 적용된 spidery 메쉬와 이로부터 생성된 배경모델이다. 배경 모델은 첫번째 입력 이미지의 spidery 메쉬로부터 만들어지며 두번째 입력으로부터는 텍스처 정보와 뷰의 위치 관계를 얻어낸다. 끝으로, 그림 14(d)에서와 같이 시점의 좌우 이동정도에 따라 뷰모핑 된 전경물체를 배경모델 내에 적당히 위치시켜 네비게이션에서의 결과 영상을 렌더링 한다(그림 14(e)).

그림 15는 결과로서 얻은 애니메이션에서 얻은 프레임들이다. 먼저 그림 15(a)는 입력으로 사용된 두 장의 사진이다. 그림 15(b)는 임의의 카메라 위치에서 얻은 이미지들로 본 논문의 기법으로 시점의 깊이 이동이 가능함을 보이며, 그림 15(c)는 애니메이션의 시작 부분에 첫번째 입력의 뷰에서 두번째 입력의 뷰로 시점이 이동할 때 얻은 이미지들로 시점의 평행이동에서 전경물체의 변화가 자연스럽게 표현되고 있음을 보이고 있다.



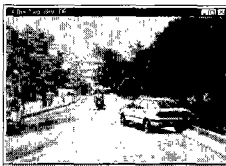
(a) 입력이미지들 (b) 임의의 카메라 위치에서의 결과 영상: 시점의 깊이 이동 장면



(c) 첫번째 입력 이미지에서 두번째 입력 이미지로의 뷰의 변환

그림 15 결과 애니메이션

그림 16은 한 장의 이미지만을 입력으로 하는 TIP[11] 기법에 의한 결과 영상과 본 논문의 결과 영상과의 비교이다. 그림 16(a)의 전경 물체 들은 한쪽의 이미지에서의 정보만을 이용할 수 밖에 없어 시점의 이동에 매우 부자연스러운 모습을 하고 있는 반면 그림 16(b)는 시점의 좌우 이동에 맞는 전경 물체들의 모습을 나타내고 있음을 알 수 있다.



(a) TIP



(b) 본논문의 제안방법

그림 16 TIP와 제안방법과의 비교

## 8. 결론 및 향후연구

본 논문은 동일장면을 나타내는 한 쌍의 이미지 만을 이용하여, 시점의 깊이 이동 뿐 아니라 좌우이동에서도 사실감을 반영하는 새로운 형태의 효율적인 3차원 애니메이션 시스템을 제안하였다. 본 논문에서는 배경을 이루는 부분은 spidery 메쉬로부터 복원된 간단한 직육면체 모델에 매핑하고, 관찰자의 관심이 집중되는 전경물체에만 뷰모핑을 적용하여 모든 대응 픽셀에 대한 3차원 깊이 정보의 계산비용을 줄임과 동시에 시점의 좌우이동에서의 사실감을 향상시킨다. 이를 위해 본 논문에서는 두 장의 입력에서 조정된 spidery 메쉬의 변화로부터 3차원 시점의 움직임을 새로이 정의하였으며, 이를 전경물체의 선형 보간에서의 파라미터로 사용하여 시점의 이동에 따라 3차원적으로 변형된 모습의 전경물체를 생성하였다. 실험결과는 제안방법이 간단한 인터페이스만으로 시점변환이 자연스러운 애니메이션을 생성함을 보인다.

본 논문의 방법은 두 장의 제한된 입력을 사용하는 데서 기인하는 몇가지 해결해야 할 문제들을 가지고 있다. 먼저 뷰모핑이 가능하기 위해서는 두 입력 이미지는 가능한 한 가까운 두 시점들로부터 얻어져야 한다. 즉, 보이는 장면의 내용물들이 급격히 변하는 두 장의 이미지에서는 모핑 과정에서의 대응 영역을 찾기 어렵기 때문에 중간 영상을 추정할 수 없게 되므로, 입력이미지의 시점이나 시선 방향의 제약이 없는 방법의 연구가 필요하다.

또한, 본 논문에서는 한 점 원근 투영의 배경모델을 가정했으므로, 두 spidery 메쉬 간의 관계로부터 카메라의 이동을 추정하는데 단지 평행이동의 경우만을 계산할 수 밖에 없었다. 따라서, 이를 개선하기 위한 두 점이나 세 점에

서의 원근 투영이나 그 외의 일반적인 투영원리에 맞는 spidery 메쉬의 연구가 필요하다.

## 참고 문헌

- [1] Ken-ichi Anjyo and Youichi Horry, Theory and Practice of 'Tour Into the Picture', SIGGRAPH '98 Course Notes Lecture 8, ACM SIGGRAPH, 1998.
- [2] Thaddeus Beier and Shawn Neely, Feature-based Image metamorphosis, Proceedings of SIGGRAPH '92, pages 35-42, 1992.
- [3] Shenchang Eric Chen and Lance Williams, View interpolation for image synthesis, Proceedings of SIGGRAPH '93, pages 279-288, New York, 1993.
- [4] Shenchang Eric Chen, QuickTime VR- An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation, Proceedings of SIGGRAPH '95, pages 29-38, 1995.
- [5] Paul E. Debevec, Camillo J. Taylor, and Jitendra Malik, Modeling and rendering architecture from photographs: A hybrid geometry- and image-based approach, Proceedings of SIGGRAPH '96, pages 11-20, Addison-Wesley, 1996.
- [6] Paul E. Debevec, Modeling and rendering architecture from photographs, Ph.D Thesis at the University of California, Berkeley, Fall 1996.
- [7] Oliver Faugeras, Three-Dimensional Computer Vision- A Geometric Viewpoint, Massachusetts Institute of Technology, 1993.
- [8] James J. Gibson, The Perception of Visual World. Houghton Mifflin, Boston 1950.
- [9] James J. Gibson, The Ecological approach to Visual Perception. Lawrence Erlbaum Associates, Publishes, 1979.
- [10] Steven J. Gortler, Radek Grzeszczuk, Richard Szeliski, and Michael F. Cohen, The Lumigraph, Proceedings of SIGGRAPH '96, pages 43-54, 1996.
- [11] Youichi Horry, Ken-ichi Anjyo, and Kiyoshi Arai, Tour Into the Picture: Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image, Proceedings of SIGGRAPH '97, pages 225-232, New York, 1997.
- [12] Mark Levoy and Pat Hanrahan, Light Field Rendering, Proceedings of SIGGRAPH '96, pages 31-42, 1996.
- [13] Seungyong Lee, George Wolberg, Kyung-Yong Chwa, and Sung Yong Shin, Image metamorphosis with Scattered Feature Constraints, In IEEE Transactions on visualization and Computer Graphics, vol. 2, no. 4., pages 337-354, December 1996.
- [14] Leonard McMillan and Gary Bishop, Plenoptic



- Modeling : An Image-Based Rendering System, Proceedings of SIGGRAPH '95, pages 39-46, 1995.
- [15] Daniel Scharstein, View Synthesis using Stereo Vision, Ph.D Thesis of Cornell University, 1997.
- [16] Steven M. Seitz, Image-based Transformation of viewpoint and scene appearance, Ph.D Thesis at the University of Wisconsin-Madison, 1997.
- [17] Steven M. Seitz and Charles R. Dyer, Complete Scene Structure from Four Point Correspondences, Proceedings of Fifth Intl. Conf. On Computer Vision, Cambridge MA, pages 330-337, 1995.
- [18] Steven M. Seitz and Charles R. Dyer, Physically-Valid View Synthesis by Image Interpolation, Proceedings of Workshop on Representations of Visual Scenes, Cambridge MA, 1995.
- [19] Steven M. Seitz and Charles R. Dyer, View Morphing, Proceedings of SIGGRAPH '96, pages 21-30, 1996.
- [20] Jonathan W. Shade, Steven J. Gortler, Li-wei He, and Richard Szeliski, Layered Depth Images, Proceedings of SIGGRAPH '98, pages 231-242, 1998.
- [21] Richard Szeliski, Video Mosaics for Virtual Environments, IEEE Computer Graphics & Applications, 16(2):22-30, March 1996.
- [22] Richard Szeliski and Heung-Yeung shum, Creating Full View Panoramic Image Mosaics and Environment Maps, Proceedings of SIGGRAPH '97, pages 251-258, 1995.
- [23] Wolberg, G. Digital Image Warping. IEEE computer Society Press, Los Alamitos, CA. 1990.
- [24] Daniel N. Wood, Adam Finkelstein, John F. Hughes, and David H. Salesin. Multiperspective Panoramas for Cel Animation, Proceedings of SIGGRAPH '97, pages 243-250, 1997.



김창현

1979년 고려대 경제학 학사. 1987년 한양대 전산학 석사. 1993년 Tsukuba대 전자정보 박사 취득. 1981년 ~ 1989년 한국과학기술원 시스템공학연구소 선임 연구원. 1989년 ~ 1990년 Tokyo Institute of Technology 객원연구원. 1993년 ~ 1995년 한국과학기술연구원 시스템공학연구소 책임연구원. 1993년 ~ 1995년 충남대 컴퓨터공학과 겸임교수. 1994년 ~ 1995년 한국컴퓨터그래픽스학회 총무이사. 1994년 ~ 국립중앙박물관 자문위원. 1995년 ~ 현재 고려대 컴퓨터학과 부교수. 관심분야는 도면, Multiresolution analysis and Synthesis, 얼굴 애니메이션, 다중 레인지 이미지에서 의 복원, 페쉬 분할법, 사진을 이용한 모델링, 이미지 스티칭, 간략화 방법 등.



조항신

1992년 3월 고려대학교 이과대학 전산과 학과 입학. 1998년 2월 고려대학교 이과대학 컴퓨터학과(학과명칭변경) 졸업(학사). 2000년 2월 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 졸업(석사). 2000년 3월 ~ 현재 고려대학교 일반대학원 컴퓨터학과 박사과정 재학.