

# 창의적 문제 해결이론(트리즈)과 모션캡처를 이용한 스케이트보드 개발

유병철<sup>#</sup>, 이건상<sup>\*</sup>

## A Study on the Development of Skateboard by Motion Capture and Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)

Byung Chul Yoo<sup>#</sup> and Kun Sang Lee<sup>\*</sup>

### ABSTRACT

This paper represents a study on the development of the conceptual design for a skateboard by TRIZ. At first the problems of a commercial skateboard was analyzed. And its development objective was defined in connection with the theory of the system improvement trend. The developed conceptual design was compared with a commercial skateboard. The skateboard riding action analysis with a motion capture equipment shows the here developed skateboard more efficient than commercial one.

**Key Words** : TRIZ (창의적 문제해결 이론), Caster (캐스터), Su-Field Analysis (물질-장 분석), Skateboard (스케이트보드), Motion Capture Analysis (모션캡처 분석), Conceptual Design (개념설계)

### 1. 서론

최근 들어 많은 사람들에 삶의 질이 향상되어 감에 따라 여가 시간동안 다이어트와 몸매관리에 필수적인 유산소 운동을 할 수 있으며, 동시에 재미를 느낄 수 있는 스포츠에 많은 관심을 가지게 되었다. 이러한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 제품 개발자들은 여러 가지 레포츠 상품을 출시하고 있으며, 스케이트보드도 이것들 중 하나이다.

스케이트보드는 가늘고 긴 널판지 앞뒤에 4개의 바퀴를 달고 달리는 놀이기구로, 스티프와 플렉서블의 2종류가 있다. 파도타기 애호가들이 파도가

없는 잔잔한 바다에서는 파도타기를 할 수 없게 되자 서핑보드가 육지로 올라오면서 점차 스케이트보드의 형태를 갖추게 되었다.

스케이트보드는 1950년대에 들어서 트럭(Fig. 1 참조)에 수정들이 가해졌고, 사람들은 더 쉽게 이동하기 시작하였다. 1950년대 후반까지 서핑은 매우 인기를 끌었고, 사람들은 서핑을 보드 위에서 타는 것과 함께 하기 시작했습니다.

1959년에 이르러서는 최초로 롤러 더비 스케이트보드(Roller Derby Skateboard)가 판매되었으며, 1960년대에 스케이트보드는 서핑을 즐기는 무리들 중에서 호응을 얻어가기 시작했다.

접수일: 2006년 9월 5일; 게재승인일: 2007년 4월 30일

<sup>#</sup> 교신저자: 국민대학교 자동차공학전문대학원

E-mail: autoyu@paran.com Tel. (02) 910-5150

<sup>\*</sup> 국민대학교 기계자동차공학부

1963년에 래리의 회사 마카하(makaha)는 최초의 프로페셔널 스케이트보드를 제작했으며, 제품의 판매를 촉진시키기 위해 팀이 결성되었다.

1965년에는 국제적인 대회들과 스케이터 데이터(skater dater)라는 영화, 그리고 쿼터리 스케이트 보더(The quarterly skateboarder)라는 잡지, 스케이트 보더들의 전국투어 등은 이 스포츠를 매우 높은 수준까지 이끌어 놓았다.

그러나 갑자기 스케이트보딩은 1965년 자취를 감추게 되는데, 이 갑작스러운 스케이트보딩의 붐피는 매우 질이 낮은 제품들과 너무 많은 재고와, 너무 거칠게 타는 것으로 인한 대중의 반감 등으로 인해 야기되었다. 그후 8년간, 스케이트보딩은 일부 지역에서 상당히 소수에 의해서만 유지되어 왔다.

1970년 프랭크 내스워시(Frank Nasworthy)는 기존의 점토재질의 바퀴에 비해 땅과의 접지력이 우수한 우레탄 소재의 스케이트보드 바퀴를 개발하여 판매하기 시작했으며, 처음에는 저항에 부딪치게 되나, 점차 시간이 지날수록 우레탄 바퀴는 호응을 얻게 되었다.

1975년엔 로드 라이더(Road Rider)라는 회사는 느슨한 베어링의 시대를 마감하는 최초의 정밀 베어링을 제작하기 시작하였다.

1976년 플로리다에 최초의 스케이트보더를 위한 아웃도어 파크가 세워졌으며, 아웃도어 파크에서 스케이터들은 고난이도의 공중기술을 구사하여 인기를 끌게 되었다. 그러나 이러한 공중기술은 구사하는 데는 많은 위험이 따르게 되고, 그로 인하여 보험문제가 사회적으로 논란이 되었다. 또한 이러한 보험은 모든 소유주에게는 너무 비싸서, 폐업을 하는 아웃도어 파크가 늘어나게 되었다.

1980년대 중반까지, 스케이트보딩은 다시 서서히 감소되었으며, 많은 제조업체들이 커다란 손실에 직면하게 되며, 스케이트보드는 다시 소수에 의해 즐겨지는 스포츠로 변했다.

1984년에는 “본네스 브리게이드 (Bones Brigade)” 란 스케이트보드가 등장하여, 스케이트보딩은 제 3의 인기를 얻게 되었다. 그러나 1991년 전 세계적인 불경기로 스케이트보드 산업도 치명적인 타격을 입게 되었다.

지난 50년간 스케이트보딩은 여러 번의 인기의 등락을 겪었다. 품질이 좋지 않은 제품, 안전에 관한 염려, 보험 문제와 경기 침체 등이 영향을 끼친 이유 들이다.<sup>1</sup>

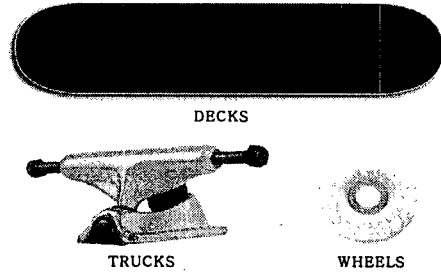


Fig. 1 Parts of a Commercial Skateboard

스케이트보드는 Fig. 1과 같이 기본적으로 데크, 트럭, 휠로 이루어져 있으며, 데크는 앞부분을 노즈, 뒷부분을 테일이라고 하며, 가운데 오목한 부분을 컨케이브, 앞뒤로 구부러진 부분을 웨이브라고 한다. 트럭은 데크와 휠을 연결해주는 역할을 한다.

기존의 스케이트보드는 하나의 데크(Decks)를 가지며, 데크의 아랫면에 방향전환을 위한 트럭(Trucks)이 있으며, 이 트럭의 축을 중심으로 방향전환을 하기 위해서는 무게중심을 뒤에 두고 앞바퀴를 약간 들거나, 앞바퀴에 무게중심을 두어 트럭을 기울어뜨려 방향전환을 한다. 그러나 이러한 기울어짐이 작기 때문에 방향전환이 원활하지 못하다.

또한 스케이트보드를 앞으로 진행시키기 위해서는 한 발을 스케이트보드 위에 올려놓고 다른 발로 도움닫기를 하거나, 두 발을 스케이트보드 위에 올려놓고, 무게중심의 위치를 변화하며, 지그재그 형식의 반복동작을 하여 앞으로 나아갈 수 있다.

이 과정에서 초보자들은 방향전환을 하기가 어려우며, 자칫 실수로 운행 중에 안전사고가 발생하기 쉬우며, 안정적으로 스케이트보드를 즐길 수 없다.

기존 스케이트보드의 문제점을 정리하면 다음과 같다 ;

- ① 정지 상태의 스케이트보드 위에서는 평형 유지가 어렵다.
- ② 방향전환이 원활하지 못하다.
- ③ 초보자는 두 발을 스케이트보드 위에 올려놓고 평형을 유지하며 출발하기 어렵다.

위와 같은 문제점과 관련하여 개발할 스케이트보드에 대한 과제를 정의하면 “원활한 방향전환이 가능하며, 안정되게 무게중심을 이동 시키며 탈 수 있는 스케이트보드의 개발”로 정의할 수 있다.

본 논문에서는 기존의 스케이트보드가 갖고 있

는 이러한 문제점을 개선하기 위해 인 TRIZ의 도구를 활용하고자 한다. TRIZ(Teoriya Reshniya Izobretatelskikh Zadatch)는 창의적 문제해결 이론<sup>2</sup>이라는 러시아어의 약자이다.

## 2. 문제 해결을 위한 개념적 해결안 탐색

### 2.1 “평형유지”를 위한 개념적 해결안 탐색

기존 스케이트보드의 문제점으로 “정지 상태의 스케이트보드 위에서 평형유지가 어렵다.”는 것을 Su-Field Model<sup>3,4,5,6</sup>로 표현하면 Fig. 2의 기존 스케이트보드 모듈과 같다.

평형을 유지하기 어려운 이유는 스케이트보드의 방향전환을 위해 트럭이 좌우로 기울어지는 구조로 되어 있기 때문이다. 이것을 “평형유지”라는 관점에서 보면, Su-Field Model 분석법의 세 가지 기본모형 중에 “유해한 완전시스템”이라 할 수 있다

유해한 완전시스템에 대한 표준해결안 중의 하나인 표준해결안 A는 S2(데크)와 S1(트럭) 사이의 유해한 작용을 S3(물질)를 사용하여 차단하여 완전시스템으로 개선할 수 있다는 것을 보여준다.

또한 표준해결안 B는 S2(데크)와 S1(트럭) 사이의 유해한 작용을 F2(장)를 이용하여 차단하면 완전 시스템으로 바꿀 수 있다는 것을 나타낸 것이다.

그러나 표준해결안 B는 스케이트보드 위의 사람을 기울어지지 않게 잡아주기 위해서는 평형을 매우 강력하게 유지해줄 수 있는 장이 필요할 것

로 예상되어 표준해결안에서는 제외시키기로 한다.

### 2.2 “원활한 방향전환”을 위한 개념적 해결안 탐색

기존 스케이트보드의 문제점 중 두 번째는 “방향전환이 원활하지 못하다”는 것이다. 그 이유는 전통적인 스케이트보드는 하나의 발판으로 단지 트럭이 기울어지는 작용에 의해 바퀴의 형상 그리고/또는 바퀴의 미소변형 발생에 의하여 방향전환이 이루어지는데, 이러한 기울어짐에 의한 방향전환은 회전반경이 크다는 단점이 있다.

Fig. 3은 위와 같은 문제점을 갖는 전통적인 스케이트보드를 Su-Field Model로 표현한 것이다.

이것은 “원활한 방향전환”이라는 관점에서 Su-Field Model 분석법의 세 가지 기본모형 중의 “불충분한 완전시스템”이라 할 수 있으며, 세 가지의 표준해결안이 가능하다.

표준해결안 A는 S2(데크)를 S3로 대체하여 완전시스템으로 만들 수 있음을 의미한다. 기존 스케이트보드의 S2(데크)는 하나의 발판으로 되어 있으며, 여기에 앞 트럭과 뒤 트럭이 방향전환을 할 수 없이 결합되어 있는 구조이다. 그러므로 S2(데크)를 트럭의 앞부분과 뒷부분으로 분리 가능한 S3으로 대체하면 원하는 표준해결안을 얻을 수 있다.

표준해결안 B는 S2에 F2를 작용시켜 원하는 효과를 생성시키는 것이다. 그러나 스케이트보드의 앞부분을 회전축으로 하여 뒷부분을 회전할 수 있게 방향을 틀거나, 또는 뒷부분을 회전축으로 방향전환을 하여도 스케이트보드를 타는 사람의 전체를 회전하기는 아주 강력한 장이 필요할 것으로 예상되므로 표준해결안 B는 제외시키기로 한다.

표준해결안 C는 S3와 F2를 추가하여 문제를 해결하는 방법으로 원활한 방향전환을 위해 기존의 F1(누르는 힘)만이 아니라 방향전환을 위한 F2(회전력)를 추가하고, 또한 S2(데크)와 S1(트럭) 사이에 S3(회전장치)를 추가하여 회전할 수 있게 하는 개념안을 제시한다.

Fig. 4는 Fig. 3의 표준해결안 C의 S1(트럭)과 S3(회전장치)에 의한 F1(장)의 Su-Field Model은 하나의 S4라는 새로운 물질로 대체되어 효율이 향상될 수 있다는 것을 표현한 것으로, 이것은 바퀴가 구를 수 있게 잡아주는 트럭을 자유롭게 방향전환을 할 수 있도록 구성한다면 해결할 수 있다는 것을 의미한다.

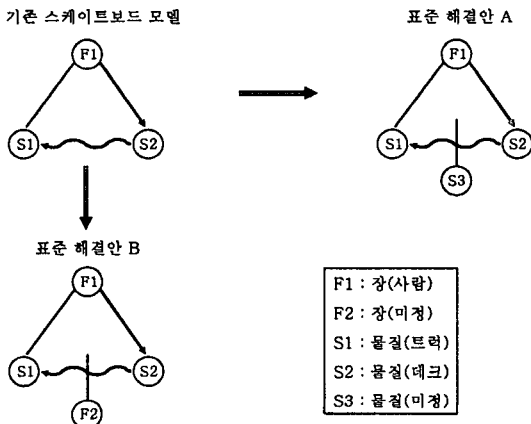


Fig. 2 Su-Field Analysis of Skateboard for “Stability”

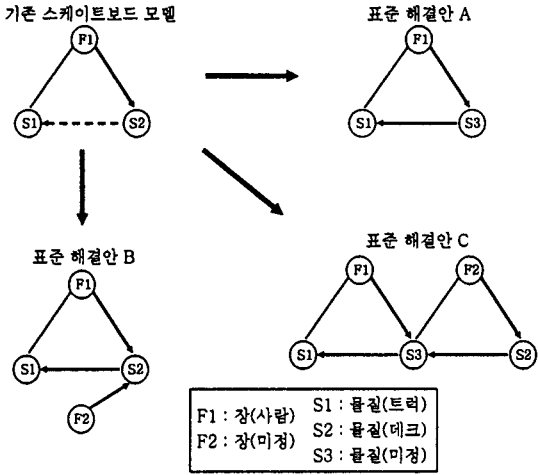


Fig. 3 Su-Field Analysis of a Skateboard for “Control of Direction”

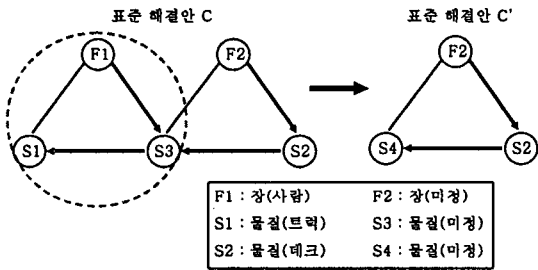


Fig. 4 The Modified Standard Solution of Fig. 3 (Standard Solution C)

**2.3 “평형을 유지하며 두 발을 스케이트보드 위에 올려놓고 출발하기”를 위한 개념적 해결안 탐색**

스케이트보드의 출발 방법에는 두 가지가 있는데 한 발을 보드위에 올려놓고 다른 한 발로 도움닫기 하는 경우가 그 하나이다. 다른 하나는 양발을 스케이트보드 위에 올려놓고 지그재그 반복동작을 하여 앞으로 나아가는 동작이 있다. 후자의 경우 한 바퀴를 중심으로 나머지 1개의 바퀴는 회전하고 나머지 두개의 바퀴는 공중에 띄워져서 회전하여야 되므로 초급자는 한 발로 중심잡기가 어려우므로 고급자만이 할 수 있는 기술이다.

기존 스케이트보드의 문제점인 “초보자는 두 발을 스케이트보드 위에 올려놓고 평형을 유지하며 출발하기 어렵다.”는 것을 Su-Field Model로 표현하면 Fig. 3과 동일하다.

즉, 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 앞 절의 “원활한 방향전환”을 위해 사용된 Fig. 3과 Fig. 4의 기존 스케이트보드 모델과 동일한 모델이 사용될 수 있으며, 회전장치를 사용하면 앞 트릭과 뒤 트릭의 자유로운 지그재그 반복 동작을 구현할 수 있다.

Fig. 5는 기존 스케이트보드의 고급자가 두 발을 스케이트보드 위에 올려놓고 평형을 유지하며 출발하는 과정을 나타낸 것이다.

초기상태에서 진행방향의 앞 트릭부분을 공중에 띄우고 뒤 부분의 좌/우 바퀴를 회전축으로 하여 ①의 상태로, 다시 ②의 상태로, 다시 ③의 상태로 움직임을 반복하며 앞으로 진행하는 것을 볼 수 있다. 이러한 반복적인 움직임은 스케이트보드 앞부분의 바퀴가 도로면과 마찰하기 때문에 앞부분을 들고 지그재그의 동작을 하게 되는 것이다.

이때 초보자는 한쪽 발로 앞부분을 들어서 회전시키고, 다른 한 발로 무게중심을 잡아야 하기 때문에 앞으로 진행하기가 어려워진다. 만약 앞부분의 바퀴가 지그재그 회전하는 방향으로 구를 수 있다면 스케이트보드의 앞부분을 공중에 띄울 필요가 없을 것이다. 그러므로 스케이트보드의 앞부분과 뒷부분을 독립적으로 회전할 수 있게 하는 장치를 추가하는 것으로 문제의 해결이 가능하다. 그런데 3.2절에서 방향전환에 대한 문제를 Su-Field Model 분석법을 통하여 방향전환을 자유롭게 할 수 있도록 개선하여 이미 해결하였으므로 본 절의 문제점도 동시에 해결될 수 있다.

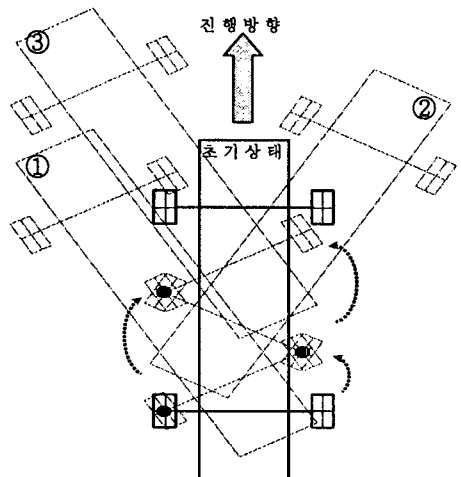


Fig. 5 A Riding Action Analysis of a Skateboard

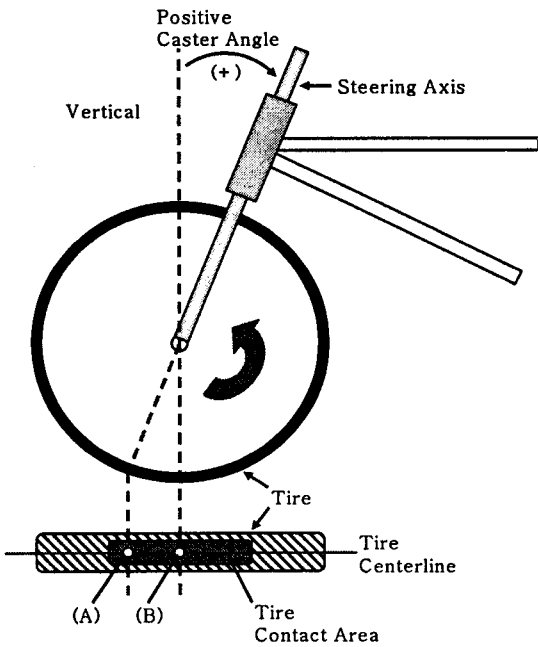


Fig. 6 The Definition of the Caster for a Bicycle<sup>7</sup>

#### 2.4 시스템 발전 법칙에 의한 개념안 도출

기존 스케이트보드의 가장 큰 문제점은 방향전환이 원활하지 못하다는 것을 들 수 있다. 앞 절의 Su-Field Model 분석법에 의하여 방향전환에 대한 해결안으로 데크와 트럭 사이에 회전장치를 추가하여 원활한 방향전환 문제를 해결하였다. 여기에서는 시스템 발전법칙에 따라 운송수단의 시초라고 할 수 있는 자전거의 기술이 진화해 가는 패턴을 분석하여 방향전환과 관련된 해결안을 탐색하고자 한다.

자전거의 변천과정을 살펴보면, 초기의 자전거는 조향축이 캐스터 각 없이 수직하게 구성되어 있었으나, 후에 캐스터를 갖게 된다. 이것은 TRIZ의 기술시스템 진화의 법칙<sup>3</sup> 중 “물질-장 포함 증가의 법칙(역동성 증가의 법칙)”으로 이해 할 수 있다.

캐스터<sup>7</sup>는 조향축이 차량의 전방 또는 후방으로 기울어진 것을 말한다. 캐스터는 각도로 측정되며, 전방으로 기울어짐은 바퀴가 음(-)의 캐스터를 갖는 것이며, 후방으로 기울어짐은 양(+)의 캐스터를 갖는 것이다.

Fig. 6은 자전거 앞바퀴 축의 캐스터를 나타낸 것으로 양의 캐스터를 갖고 있다. 점 B는 타이어의 회전 중심을 지나는 수직선이 도로 표면과 접촉하

는 점이고, 점 A는 조향축의 연장선이 도로 표면과 접촉하는 점이다. 양의 캐스터인 경우에는 점 A가 점 B 보다 진행방향의 앞에 위치하고 있으므로 조향축이 타이어를 진행방향으로 이끄는 효과가 있다.

자전거의 변천과정에서 캐스터 각을 부여하여 방향 안정성 향상과 제어상태의 유지, 조향 복원성 증가, 조향 조작력 감소 등의 효과를 보았다. 그러므로 기존 스케이트보드의 “원활한 방향전환”이라는 개념적 해결안의 효과를 강화하기 위하여 회전 장치에 캐스터 각을 부여하였다.

### 3. 스케이트보드의 설계 및 시험 평가

#### 3.1 도출된 개념안의 설계

Su-Field Model 분석과 시스템 발전법칙을 적용하여 도출된 개념안은 적용하여 스케이트보드를 개발하였다. 도출된 개념안은 트럭의 기울어지는 작용에 의한 방향전환을 회전장치로 대체하여 평형유지 및 원활한 방향전환에 대한 효과를 강화하였으며, 회전장치에 캐스터 각을 부여하여 두 발을 스케이트보드 위에 올려놓은 상태에서 지그재그 반복 동작으로 앞으로 나아갈 수 있게 구성하였다.

Fig. 7은 개발한 스케이트보드의 전체적인 구성을 보여주는 것으로 기존 스케이트보드의 트럭이 기울어지는 특성을 제거하여 기울어짐이 없는 트럭과 발판으로 구성하였다. 원활한 방향전환을 위하여 트럭과 발판 사이의 프레임에 캐스터 각을 갖는 회전축을 두었으며, 사용자의 선택에 따라 발판과 발판 사이의 거리 조절이 가능하도록 하여 사용성 편리성을 추구하였다.

스케이트보드가 보다 안정적으로 방향전환을 하기 위하여 회전축에 캐스터 각을 주므로, 회전 방향의 바퀴가 공중에 뜨는 것을 볼 수 있다. 그러나 공중에 뜬 바퀴는 스케이트보드를 타는 사람의 무게에 눌러 지면에 닿게 되고, 스케이트보드는 회전하고자 하는 방향으로 기울어지게 되는데, 이러한 기울어짐에 의하여 방향전환 시 발생하는 원심력에 대하여 조종자가 보다 안정적으로 무게중심을 잡을 수 있다. 스케이트보드의 방향전환을 위한 회전축의 캐스터 각은 약 2° ~ 5°로 하였으며, 이때 발생하는 지면과 두 바퀴가 이루는 각도(“A”)는 약 4° ~ 7°가 발생한다.

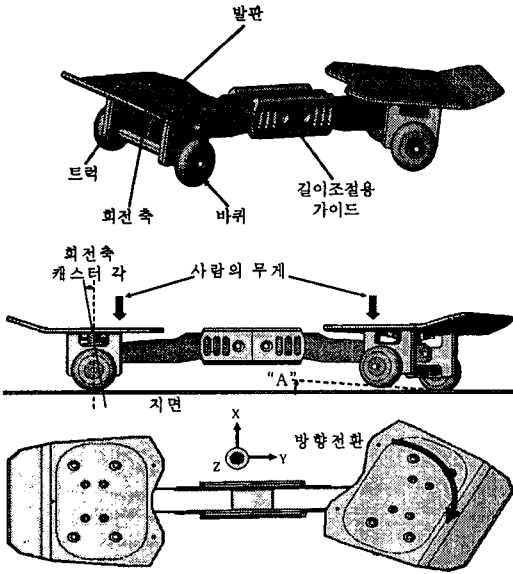


Fig. 7 A Composition of the Developed Skateboard

### 3.2 모션캡처를 활용한 시험 및 평가

모션캡처란 움직이는 물체를 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 데이터를 생성하는 장비 및 일련의 과정을 의미한다. 본 연구에서는 스케이트보드의 원활한 방향전환과 안정적 주행성능에 대하여 시험 및 평가하는데 기계식 모션캡처 장비를 활용하였다.

Fig. 8은 실험에 사용된 모션캡처 장비의 각 센서의 구성 및 실험에 사용된 스케이트보드를 나타낸 것으로, Xtra Plus+라는 기계식 모션캡처 장비로 캡처 가능 부위로는 머리, 허리, 엉덩이, 팔, 손목, 다리, 발목, 등을 실시간으로 데이터를 추출 가능하다. Xtra Plus+는 16개의 위치센서와 1개의 자이로 센서로 구성 되어 있으며, 16개의 위치센서로 48 방향의 위치 데이터를 감지 할 수 있다.

본 연구에서 개발된 스케이트보드는 기존 스케이트보드의 문제점을 개선하여 개발되었으나 기존 스케이트보드와 개발된 스케이트보드의 움직임을 모션캡처 장비를 활용하여 비교하기는 움직임이 서로 다르므로 본 논문에서는 캐스터 각 없이 직각의 회전축으로 구성된 상용 제품(A)과 캐스터 각을 적용하여 개발된 스케이트보드(B)를 비교 분석하였다.

실험 방법은 기계식 모션캡처 장비를 착용하고, 길이 10m, 폭 3m의 통로를 돌아오는 동작을 시간

의 변화에 따른 각 관절의 변위를 측정하였다.

스케이트보드를 이용할 때 하체의 움직임으로 전진 및 방향 전환을 할 수 있는데, 하체의 각 센서 값들은 상호 연관 관계에 있고, 이러한 연관관계의 통합 부분은 힙(Hip)이다. 그러므로 힙의 변위를 보면 전체적인 움직임을 예상할 수 있다.

따라서 본 실험에서는 힙(Hip)의 움직임을 통하여 두 가지 스케이트보드를 비교하였다.

Fig. 9는 힙(Hip) 위치의 Y축에 대한 각도의 센서 값을 나타낸 것으로 두 모델이 큰 차이를 나타내지 않는다. 이것은 스케이트보드의 두 발판이 하나의 프레임으로 연결되어 있기 때문에 두 모델의 변위 차가 크게 차이를 보이지 않는다. 또한 그림의 중간부분의 급격한 변위의 변화를 보이는 타원형의 표시부분은 스케이트보드의 회전구간을 나타낸 것이다.

Fig. 10은 힙(Hip) 위치의 X축에 대한 각도의 센서 값을 나타낸 것으로, 캐스터 각을 부여하여 개발된 제품(B)이 캐스터 각 없는 상용 제품(A)보다 변위가 작으며, 또한 변위의 폭이 일정하다는 것을 알 수 있다. 이것은 적은 힘으로 보다 안정적으로 보드를 탈 수 있다는 것을 의미한다. 또한 그래프의 타원형의 점선부분은 아래 그림의 각 구간(①②③④)을 나타낸 것으로 ③구간의 급격한 변위의 변화는 회전구간을 의미한다.

여기서 개발된 스케이트보드의 움직임은 마치 뱀이 진행하는 동작(S자를 그리며 전진하는 동작)과 유사하다.

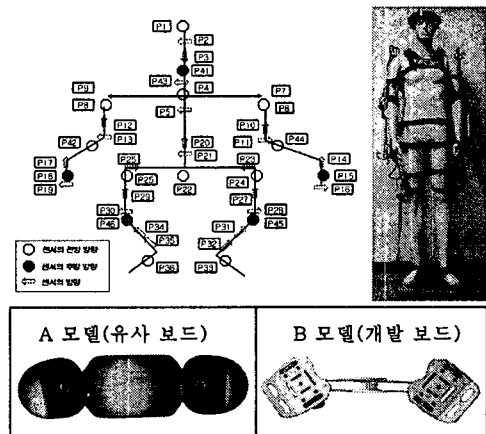


Fig. 8 The Skateboard and the here used Motion Capture Equipment

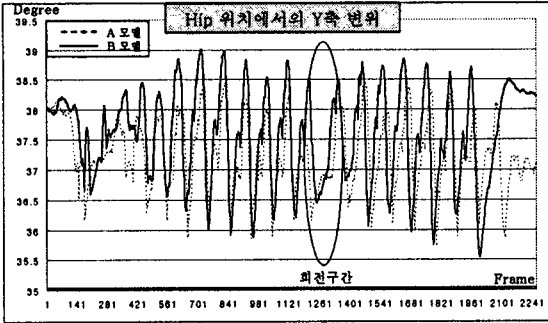


Fig. 9 The Displacement of hip in the Y- direction

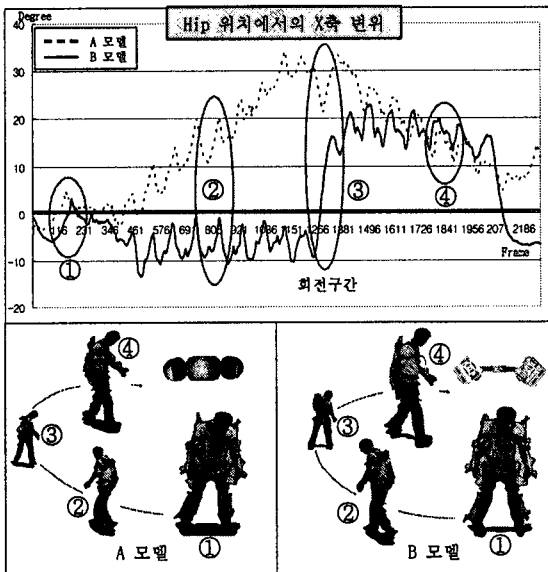


Fig. 10 The Displacement of hip in the X- direction

#### 4. 결론

본 연구에서는 기존 스케이트보드의 문제점을 분석하고, 개념적 해결안을 탐색하기 위해 트리즈의 도구인 Su-Field Model 분석법과 시스템발전 법칙을 적용하였다.

개발된 스케이트보드는 회전축을 사용하여 원활한 방향전환이 이루어질 수 있게 하였다. 이것은 기존 스케이트보드의 고급자만이 구사할 수 있는 두 발을 스케이트보드 위에 올려놓은 상태에서 출발할 수 있는 기술을 초급자도 쉽게 구현 할 수 있게 구성하였다. 또한 상용 유사 스케이트보드의 회전축에는 없는 캐스터 각을 회전축에 부여하여 방

향전환 시 조종 안정성 향상 및 직진 복원이 좋게 하였다.

또한 모션캡처를 활용하여 개발된 스케이트보드와 상용 유사 스케이트보드의 동작을 분석하여 개발된 스케이트보드가 운행 시 필요한 조종 안정성이 우수한 것을 확인하였다.

#### 참고문헌

1. Brooke, M., "The Concrete Wave : The History of Skateboarding," Warwick House Publishing, 1999.
2. Lee, K. W., "Development of Mosquito Trap with Effect of Air Cleaning by Using Theory of Inventive Problem Solving(TRIZ)," J. of the KSPE, Vol. 19, No. 6, pp. 155-159, 2002.
3. Kaplan, S., "An Introduction to TRIZ - The Russian Theory of Inventive Problem Solving," Ideation International Inc., pp. 1-27, 1996.
4. Savransky, S. D., "Engineering of Creativity," CRC; 1st Ed., pp. 83-93, 2000.
5. Kim, H. J., "Theory of Inventive Problem Solving TRIZ," Jihye, pp. 233-278, 2004.
6. Park, Y. T. and Park, S. D., "Science of Invention Patent," Hyunsil & Mirae, pp. 132-150, 1999.
7. Crouse, W. H., "Automotive Mechanics," McGraw-Hill Science; 10th Ed., pp. 687-688, 2001.
8. Alberto, M., "Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games," Morgan Kaufmann, pp. 14-36, 1999.