

## Track F3-2

### 산동네 노약자용 전동 카트 개발

이운표<sup>†</sup>, 조복희, 김광혁  
한국과학기술연구원  
신중호, 서득원, 정재원, 이민수,  
한국산업기술대학교 메카트로닉스공학과

## Development of the Electric Cart for the old and the infirm person living in the mountain village

Yoon Pyo Lee<sup>†</sup>, Bok Hee Cho, Kwang Hyuk Kim  
Korea Institute of Science & Technology  
Jongho Shin, Deukwon Seo, Jaewon Jeong, Minsu Lee  
Korea Polytechnic University, Dept. of Mechatronics

**Key Words:** Electric Cart(전동카트), Mountain Village(산동네), Old and Infirm  
Person(노약자),  
Irregular Step(불규칙한 계단), One Way Bearing(단방향 베어링)

### Abstract

최근 도시재생 사업으로 산동네의 환경이 주거에 편리하게 바뀌고 있다. 그러나 산동네는 길이 좁아 차의 접근이 어렵고 계단 또한 불규칙하여 주민들이 시장에서 물건을 사더라도 이를 운반하는데 어려움이 많다. 현재 시판되고 있는 계단을 오르는 카트는 사람의 힘이 많이 들거나 무거운 짐을 나르는 전문 이삿짐 센터용으로 산동네 주민의 대부분을 차지하는 노약자들이 사용하기에는 불편한 점이 많다.

본 연구에서는 이러한 상황을 트리즈의 절차에 따라 분석한 후 계단의 특성 즉 수평과 수직의 결합에 도출하여 산동네 노약자용 전동카트를 개발하였다.

### 1. 서론

최근의 소비생활은 승용차를 이용하여 대형 쇼핑몰에서 물품을 대량 구매함으로써 보다 경제적인 물품구매가 가능하게 되었다. 그러나 정작 노약자와 저소득층이 주류를 이루는 산동네에서는 좁은 골목길 때문에 주변 소매상에서 물품을 사고 있다. 또한 일단 구매한 물품도 불규칙한 계단으로 인하여 집까지 이동해오기도 쉽지 않다. 본 연구에서는 트리즈의 방법론을 이용하여 문제점을 분석하고 해결방법을

### 2. 트리즈의 방법론을 통한 해결안 도출

#### 2.1 문제의 정의

앞서 서술한 문제를 분석하면 다음과 같다.

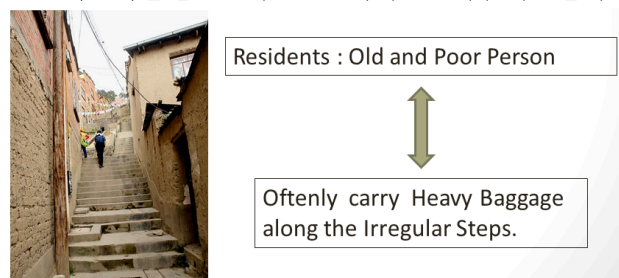


Figure 1 Definition of the Problem<sup>[1]</sup>

<sup>†</sup>Corresponding author

E-mail : yplee@kist.re.kr

TEL : (02)958-5672; FAX : (02)958-5659

즉 산동네는 골목이 좁고 불규칙한 계단이 많아 승용차의 접근이 쉽지 않다. 산동네에는 저소득층이나 노약자들이 주로 거주한다.

따라서 산동네에 거주하는 저소득층이나 노약자들은 주변 소매가게로부터 비싼 물품을 살 수밖에 없고 일단 구매한 물품도 집까지 이동하려면 어려움이 따른다. 본 연구에서는 산동네에 거주하는 노약자들이 산동네라는 지형에서 무거운 짐을 옮길 수 있는 방법을 도출한다.

2.2 물질-장자원 분석<sup>[2]</sup>

자원의 성격	우선권	자원	자원의 특성	자원의 파라미터
시스템 기능 작동을 위한 자원의 유용성	해로운	계단, 노약자	불규칙, 연약	중력, 높이, 힘
	중립	짐	무게	kg
시스템 내부	항시적	짐	무겁다	Kg
	일시적	중력방향	올라갈 때 저항 내려갈 때 가속	가속도
에너지 포화도	포화	중력	방향	방향
	충분	높이	중력	방향
자원의 수	매우 많다	중력	방향	가속도
	충분	짐	중력방향	무게
OperatingZone, Time 에 속하는 장, 자원	OZ의 장과 요소	중력, 마찰	짐 이동의 반대	마찰력
	OZ 근접 장, 요소	사람, 골목, 계단	취약	편리성

Figure 2 Analysis of the Resources

문제해결을 위하여 이용할 수 있는 자원을 검토해보면 해로운 자원으로는 계단, 노약자 등이 있다. 계단은 불규칙하며 노약자는 연약하다. 시스템 내부에는 짐이라는 자원이 있으며 짐은 무거우며 중력은 올라갈 때는 저항으로 작용하지만 내려올 때는 오히려 짐을 가속시켜 위험을 야기한다. 에너지 포화도가 높은 자원은 중력이 있으며 충분한 자원으로는 짐을 올리는 높이 등이 있다. 자원으로 양을 검토하면 매우 많은 자원으로는 중력이 있으며 충분한 자원으로는 짐이 있다. 이상의 자원으로 정리하면 중력과 짐 그리고 노약자 계단 등이 문제해결을 위한 자원 등이다.

2.3 이상적 해결안(Ideal Final Results)

이상적 해결안은 다음과 같이 설정하였다. Figure3 과 같은 나비모형을 이용하여 물리적 모순까지 모순을 세분한 후 설정한다. 즉 힘이 약한 노약자가 짐을 옮기기 위해선 가급적 중력의 역방향으로 힘을 적게하여야 한다. 이를 위해선 짐을 수평방향으로 이동한다. (조건 C) 또한 짐을 높은데로 이동시키기 위해선 어차피 중력의

역방향으로 짐을 이동시켜야 한다. 이를 위해서 짐을 수평방향으로만 이동시킬 수 없다. (조건 ~C)

따라서 물리적 모순인 짐을 수평방향으로 이동하되 수평으로 이동하지 않는 것이 이상적 해결안이 된다.

2.4 모순발생 및 해결방안

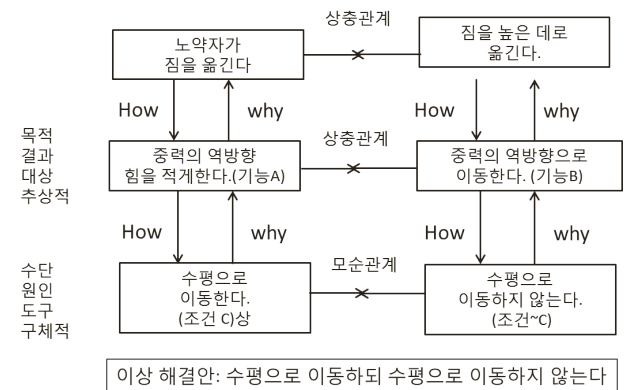


Figure 3 Definition of the contradiction<sup>[3]</sup>

계단은 평지와 수직벽의 결합이라고 할 수 있다. 수평에서의 전진할 때는 중력방향이 전진방향과 수직이 되므로 중력이 직접 전진을 방해하지 않는다. 따라서 바퀴를 통하여 구름마찰로 바뀌는 순간 구름마찰력을 이기면 전진할 수 있다. 그러나 수직벽에서는 모든 중력이 수직상승에 저항으로 작용하므로 일정무게 이상을 들어올릴 수 없다. 따라서 수직벽을 올라갈 때 수평으로 향하는 구름마찰 이용하게 하는 것이 모순해결의 핵심이다. 이에 대하여 전기장을 이용한 모터와 지렛대 원리를 이용한 기어변속 및 삼각대를 도입한다.

Figure 4 와 같이 평지를 이동할 때와 계단을 이동할 때는 나누어 2 개의 단방향 베어링을 이용하여 기어가 작동한다. 단방향 베어링 1 은 시계 반대방향으로만 회전하도록 되어 있으며 단방향 베어링 2 는 시계방향으로만 회전하도록 되어 있다. 우선 평지를 이동할 때는 모터가 시계반대방향으로 회전하여 맨 바깥의 바퀴가 시계반대방향으로 회전하여 카트가 평지를 전진한다. 이때 단방향 베어링 1 에 의해 삼각대는 회전하지 않고 고정된다. 반면 계단을 오를 때는 모터의 회전이 시계방향으로 작동하는데 이때는 또 다른 단방향 베어링 2 에 의해 바퀴 기어는 회전하지 않고 고정되며 삼각대만이 삼각대가 시계반대방향으로 회전한다. ( Figure 5 )

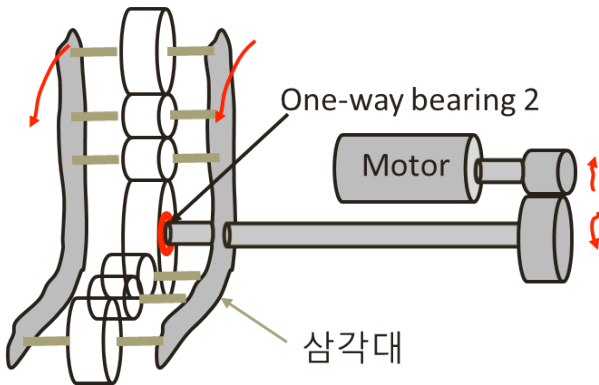
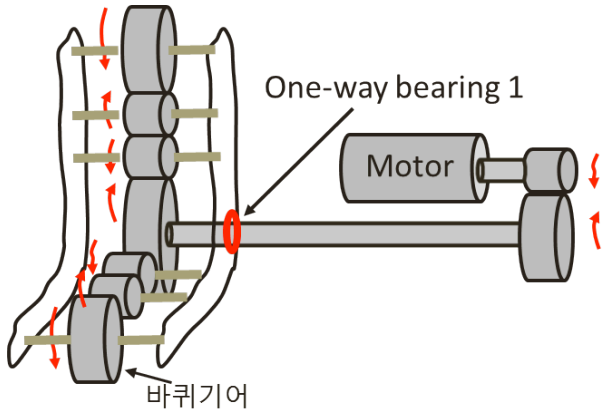


Figure 4 Gear Behaviors for the case of the moving along the flat(Top), climbing over the steps(Bottom)

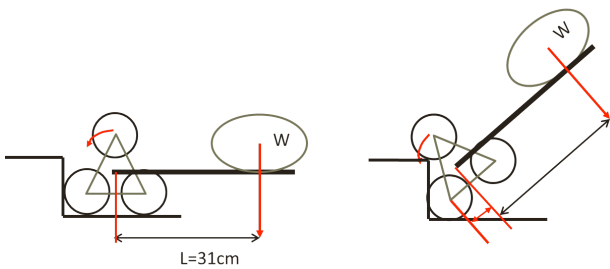


Figure 5 Principal of the Climbing over the step for the Electric Cart

삼각대의 시계반대방향 회전에 의해 계단을 오를 때 개념도를 Figure5 에 나타내었다. 이때의 힘은 기어변속과 모터에 의해 발생하는데 구체적인 수치는 다음과 같다. 즉 모터의 토크가  $100\text{kg}\times\text{cm}$ ,  $97.1\text{ rpm}$ 의 경우 실을 수 있는 짐의 무게는 다음과 같이 계산할 수 있다. 즉 짐과 삼각대의 중심까지의 거리가  $31\text{ cm}$  이므로 운반가능한 무게를  $40\text{ kg}$  으로 설정하면 삼각대의 회전수를  $7.83\text{ rpm}$  으로 하면 모터의 회전수와 삼각대 회전수와의 비를 구현하기 위한 기어비는 다음과 같이  $12.4$  로

산출하였다.

$$\text{Motor Torque} = 100\text{kg g m}$$

$$97.1\text{ rpm}$$

$$\text{Motor Output} = 100\text{kg g m} \times 97.1\text{ rpm}$$

$$L = 31\text{ cm}$$

$$\text{Motor Output} = \text{운반가능무게} \times \text{팔의길이} \times 7.83\text{rpm}$$

$$100\text{kg g m} \times 97.1\text{ rpm} = W \times 31\text{ cm} \times 7.83\text{rpm}$$

$$\text{운반가능무게 } W = 40\text{kg}$$

$$\text{기어비} = \frac{97.1\text{rpm}}{7.83\text{rpm}} = 12.4$$

### 2.5 전동 카트의 구현

Figure 6 는 카트의 구동부위의 구체적인 도면이다. 실제 카트는 모터, 배터리, 상대위치가 결합된 3 개의 바퀴조합 등으로 구성되어 있다. Figure 7 은 실제로 개발된 카트에 대해서 계단 위로 짐을 옮기는 능력을 시험하는 사진이다.

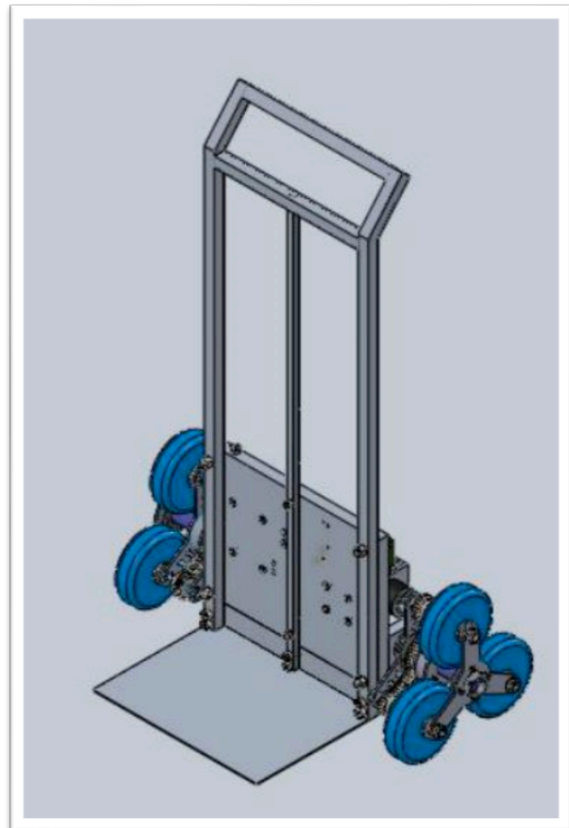


Figure 6 Description of the Cart moved by the motor and Battery



(1)

Figure 7 Test for the Cart' s carrying ability of the baggage

[2] 겐나디 이바노프외 , 기술문제 해결 알고리즘-ARIP 2009, 한국산업기술대트리즈 혁신연구소

[3] 현정석외, “분할-결합 원리와 상태모형에 대한 학습이 모순문제 해결과성장 마인트세트에 미치는 영향” , 지식경영연구 제 14권 제4호

#### 4. 결 론

산동네에서는 좁은 골목길과 불규칙한 계단 때문에 무거운 짐을 옮기기 쉽지 않다

본 연구에서는 트리즈의 방법론을 문제를 분석하고 구체적인 해결방법으로 산동네의 노약자들이 실제 사용가능한 전동카트를 개발하였다. 전동카트는 양쪽이 각각 3 개의 바퀴가 삼각형 형태로 결속되어 있는데 지렛대의 원리에 의해 적은 힘으로도 무거운 짐을 옮길 수 있다. 실제로 개발된 전동카트는 약 40 kg 의 짐을 모터를 이용 계단 상부로 이동시킬 수 있도록 설계되었다. 현재 개발된 시제품 전동카트는 기어를 SUS 로 제작하였으므로 무게가 20 kg 정도가 되지만 향후 기어를 가벼운 제품인 플라스틱으로 가동한다면 충분히 산동네 노약자들이 짐을 나르기에 이용 가능할 것이다.

#### 참고문헌

[1] 송용원의, 창의성의 기술, 2014, 씨네스트