



## 소프트 촉각 센서 특성의 정량적 분석을 위한 충격 발생 및 측정 장치 개발

Development of Collision Test Machine for Quantitative Analysis of Soft Tactile Sensor

---

저자 (Authors)                    박경서, 김정, 이효상, 김상준, 박정훈  
K. S. Park, J. Kim, H. S. Lee, S. J. Kim, J. H. Park

출처 (Source)                    [한국정밀공학회 학술발표대회 논문집](#) , 2016.10, 137-138 (2 pages)

발행처 (Publisher)                [한국정밀공학회](#)  
Korean Society Of Precision Engineering

URL                                <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07065175>

APA Style                        박경서, 김정, 이효상, 김상준, 박정훈 (2016). 소프트 촉각 센서 특성의 정량적 분석을 위한 충격 발생 및 측정 장치 개발. 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 137-138.

이용정보 (Accessed)                한국과학기술원  
143.248.65.\*\*\*  
2017/02/23 17:09 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# 소프트 촉각 센서 특성의 정량적 분석을 위한 충격 발생 및 측정 장치 개발

## Development of Collision Test Machine for Quantitative Analysis of Soft Tactile Sensor

\*박경서<sup>1</sup>, #김정<sup>1</sup>, 이효상<sup>1</sup>, 김상준<sup>1</sup>, 박정훈<sup>1</sup>

\*K. S. Park<sup>1</sup>, #J. Kim(jungkim@kaist.ac.kr)<sup>1</sup>, H. S. Lee<sup>1</sup>, S. J. Kim<sup>1</sup>, J. H. Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국과학기술원(KAIST)

Key words : Soft Sensor, Reliability, Collision Safety, Energy Absorption, Testbed, Non-clamped Collision, Human-Robot Interaction)

### 1. 서론

로봇이 발전함에 따라 사람과 로봇 사이의 상호작용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 로봇과 사람이 충돌할 때 사람의 안전성을 확보하는 것이 중요하게 다루어지고 있다. 사람의 안전성을 확보하기 위해서 충돌 시 충격을 줄이는 방향으로 로봇을 제어하는 방법, 부드러운 물질로 로봇을 감싸는 방법 등이 연구되고 있다.[1]

소프트 촉각 센서는 충돌 시 힘을 측정할 수 있고, 센서 자체의 물성치로 인해 충돌 시 사람에게 가해지는 힘을 줄일 수 있다. 따라서, 소프트 촉각 센서를 사용한다면 사람과 로봇 사이의 상호작용에서 더 좋은 안전성을 확보할 수 있을 것이다.

소프트 촉각 센서는 큰 충격이 가해질 때 찢어지거나 전극이 분리될 위험이 있다. 또 점탄성을 띄기 때문에 실제 힘값과 센서에서 나온 값이 다르다. 따라서 충돌 상황에서 소프트 센서의 내구성과 특성, 그리고 신호의 신뢰성을 먼저 평가해야 한다.

하지만 아직까지는 충돌 상황에서 소프트 센서의 특성과 신뢰성을 정량적으로 평가할 수 있는 실험 장치가 존재하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 사람과 로봇 사이의 충돌 상황에서 소프트 센서의 특성을 정량적으로 평가할 수 있는 실험장치를 제안한다. 그리고 두가지 소프트 센서를 사용해 실제 실험을 했다.

### 2. 실험 장치

본 실험 장치는 사람과 로봇 사이의 충돌을 모사할 수 있도록 설계되었다. 사람과 로봇은 대부분의 경우에 1) 2m/s 보다 느린 속도로 충돌하며, 2) 비구속 상태에서 충돌을 한다.[2]

전체 시스템은 Dummy, Impactor, DAQ 로 구성되어 있다. 시스템의 모습은 fig. 1 과 같다.

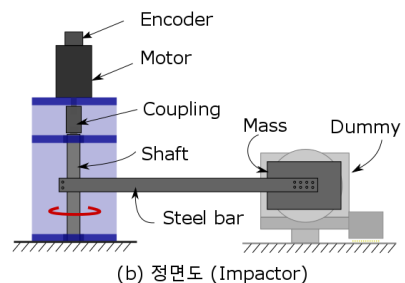
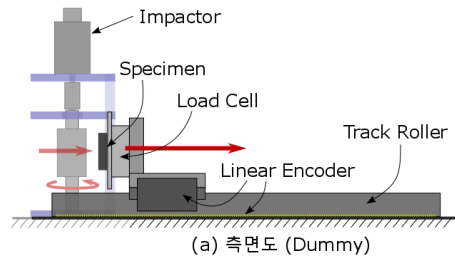


Fig. 1 전체 시스템의 모습

Impactor 는 모터로 구동되며, 끝 부분의 금속 블록이 원하는 충돌 속도를 갖도록 제어된다. Dummy 는 트랙 롤러와 여러가지

센서로 구성되어 있으며, Impactor 와 비구속 충돌을 하여 충돌 후 롤러를 따라 자유롭게 움직인다.

데이터는 25kHz 의 속도로 측정이 되며, FPGA 와 Real time Controller 에 의해 제어된다.

### 3. 충격 실험

충돌 시 소프트 센서의 특성은 1) 안전성, 2) 내구성, 3) 신호의 신뢰성 관점에서 볼 수 있다. 본 논문에서는 최대 힘 값, 에너지 흡수율, 충돌 시 힘 값의 비율(추정/실제), 전극 파괴 여부를 볼 것이다.

장치를 간단히 평가 위해 Ecoflex 와 CNT 를 섞어 두께가 다른 전도성 폴리머를 만들었고, 이를 소프트 촉각 센서로 사용했다. 충돌 실험 중 얻은 데이터는 Fig. 2, 실제 실험장비의 사진은 Fig. 3, 충돌 특성을 분석한 결과는 Table. 1 과 같다.

최대 힘 값은 사람의 골절과 관련이 있으므로, 7mm 센서가 사람에게 더 큰 안전성을 제공한다고 볼 수 있다.

충돌 중 에너지 손실량이 클수록 사람의 피부에 전달되는 에너지가 많고 이는 타박상의 위험이 커짐을 의미한다. 따라서 7mm 의 경우가 에너지 손실량이 적으므로 타박상의 위험이 적다고 할 수 있다.

또한, 두 센서에서 충돌 이후 영구적인 원점 변화가 있었다.

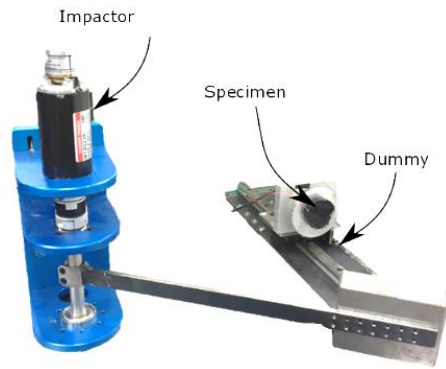


Fig. 3 실제 실험 장비의 모습

Table 1 소프트 센서 특성 비교

센서 두께	7mm	2mm
최대 힘 값	279.7 N	794.2 N
에너지 손실량	20.48%	33.96%
힘 값 비율	115.21%	45.18%
전극 파괴	X	X

### 4. 결론

소프트 촉각 센서의 충돌 특성을 평가하기 위해 사람과 로봇 사이의 충돌을 모사하는 충격량 발생 및 측정장치를 개발했다. 이를 사용하면 소프트 촉각 센서를 평가할 때 도움이 될 것이라 생각한다.

### 참고문헌

- [1] H.-O. Lim, "Human Safety Mechanisms of Human-Friendly Robots: Passive Viscoelastic Trunk and Passively Movable Base," *Int. J. Rob. Res.*, vol. 19, no. 4, pp. 307–335, 2000.
- [2] J. J. Park, S. Haddadin, J. B. Song, and A. Albu-Schiffner, "Designing optimally safe robot surface properties for minimizing the stress characteristics of Human-Robot collisions," *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, pp. 5413–5420, 2011.

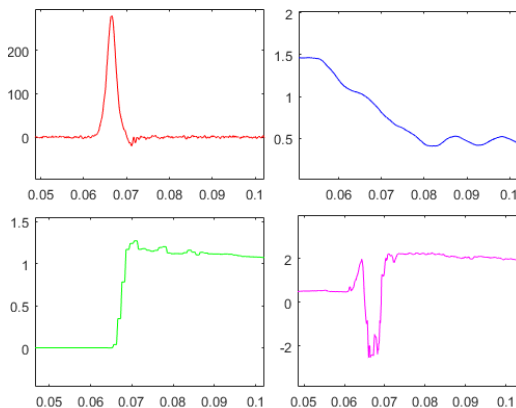


Fig. 2 충돌 중 데이터 (실제 힘, Impactor 속도, Dummy 속도, 소프트 센서 전압)