

# An Exquisite movement definition & recognition through the Motion-Matrix

**1st Author Name**

Affiliation  
City, Country  
e-mail address

**2nd Author Name**

Affiliation  
City, Country  
e-mail address

**3rd Author Name**

Affiliation  
City, Country  
e-mail address

## ABSTRACT

컴퓨터와 인간과의 상호작용을 위한 수단인 제스처 입력은 점점 발달하고 있다. 그러나 기존의 플랫폼에서 정확한 제스처 인식을 하기위한 노력은 그 한계에 다다르고 있다. 우리는 새로운 방식의 제스처 측정 절차(규격?)를 소개하려고 한다. 이 기술은 기존의 동작 인식 센서들과 알고리즘 그리고 개념들을 새롭게 바꾸어 나가려는 연구의 결과이다.

같은 동작을 하더라도 인간의 영역 즉, 전문가가 보았을 때 느끼는 차이점을 단순 센서값인 데이터와 예측 알고리즘이 아닌 절차적 방법으로 정리하여 개선해 나가는 접근을 취한다. 본 논문에서 우리는 기존의 측정 방법들과의 비교를 통한 제스처 인식의 결과 on the robustness of this approach across different devices and people.

## Author Keywords

Authors' choice; of terms; separated; by semicolons; commas, within terms only; this section is required.

## ACM Classification Keywords

H.5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous; See <http://acm.org/about/class/1998> for the full list of ACM classifiers. This section is required.

## INTRODUCTION

인간의 동작인식과 관련된 연구는 기술의 발전과 함께 널리 진행되고 있는 분야이다. 특히 컴퓨터의 발전으로 인해 동작인식을 기반으로 하는 입력장치에

대한 사용자 요구가 증가되고 있다.

인간 동작의 정확성을 평가하는 시스템은 현재 3D 모션 캡처, Depth 카메라를 사용한 방법, 자격을 갖춘 운동 전문가의 시각을 통한 분석 그리고 마지막으로 자기 자신의 주관적 평가가 대표적이다.

3d 모션 캡처의 경우 정확한 측정을 사용하는 캡처 시스템의 경우 고가이며, 피부 장착 마커를 사용하는 등의 경우 측정 데이터 외에 다른 데이터가 같이 들어가는 등 정상적인 움직임 측정이 방해된다. 게다가 그 사용방법에 있어서도 전문적인 인력의 데이터 생성 및 해석 그리고 많은 소요시간이 필요 하다. 따라서 이러한 시스템의 경우 측정을 연구실 내에서 해야 하는 등의 한계점이 들어나고 있다.

그 대안으로 depth 카메라를 사용한 (대표: 키넥트, 립모션 등등) 캡처 방식이 등장하였다. 저비용 및 용이한 사용법으로 연구 및 상업목적을 위해 자주 사용되는 시스템이다. 그러나 본 시스템의 경우 센서를 사용한 방식과 비교하였을 때 정확성이 부족하다. 그 예로 부적절한 조명이나 옷과 같은 것들이 카메라의 측정에 방해를 준다. 그리고 카메라의 촬영 범위가 2m 제곱 정도로 정해져 있어 그 이상의 범위를 측정하는 경우 사람 외에도 사람과 유사한 운동기구 혹은 물체를 인식하는 등의 오류가 작동되는 것으로 보고 되고 있다.

사람이 직접 측정하는 경우는 두가지로 나뉘 수 있는데 전문가가 하는 경우와 본인이 직접 하는 경우이다. 두 경우 다 주관적 판단이라는 것이 개입되기 때문에 부정확할 수 있다. 그리고 전문가의 경우도 여러사람의 관찰 및 측정을 요하는 경우 그 정확도에서

Paste the appropriate copyright/license statement here. ACM now supports three different publication options:

- ACM copyright: ACM holds the copyright on the work. This is the historical approach.
- License: The author(s) retain copyright, but ACM receives an exclusive publication license.
- Open Access: The author(s) wish to pay for the work to be open access. The additional fee must be paid to ACM.

This text field is large enough to hold the appropriate release statement assuming it is single-spaced in Times New Roman 8-point font. Please do not change or modify the size of this text box.

Each submission will be assigned a DOI string to be included here.

의심이 될 수 밖에 없다. 본인 자신이 측정하는 경우는 보통 어떠한 동작에 대한 기준이 정해진 상태에서 본인이 직접적인 비료를 해보고 판단하는 경우를 이야기하는데, 본인 자신이 비전문가인 경우 측정에 대한 기준은 정확도가 떨어지며, 특히 격렬한 동작이나 복잡한 동작의 경우 주어진 기준만을 가지고 정확하게 하기란 매우 힘든 일이다.

이러한 다양한 측정 방식의 문제점을 극복하고자 최근에는 IMU(Inertial Measurement Units)와 같은 센서를 사용한 모션 측정방식을 다양한 방식으로 발전시키고 연구를 진행하고 있다. IMU 는 가속도계, 자이로스코프 등 비교적 저렴한 가격의 센서를 사용하여 관성 운동 및 3 방향(3d)의 데이터를 수집하고 측정하는 것이다. 그러므로 현재 많은 연구자들이 IMU 를 사용한 모션 측정 연구를 진행하고 있다. 최근 발전하고 있는 IMU 센서를 사용하여 동작을 측정 할 경우 그 데이터를 가공하고 얼마나 정확하고 빠르게 동작을 측정해 내는지에 대한 문제를 해결하는 것에 중점을 두고 있는 추세이다.

본 연구(논문)에서는 이러한 측정 과정에서 보다 정확하고 안정적인 데이터 가공을 위한 프로토콜을 개발하고 이를 위한 각각의 동작에서 나타나는 움직임을 정의하여 전달하는 방법을 설계해 본다. 이는 감독자가 없는 환경에서도 운동 기법(혹은 자세)과 관련된 피드백을 정확하게 제공하는 것을 목표로 하고 있다.

## RELATED WORKS

동작을 하나하나 나누고 분류하는 연구는 많이 이루어지지 않는 않았다. 그 중 Martin O'raily 가 조사한 과거 10 간의 모션 캡처 관련 연구 중 대표적으로 거론된 Classifying Human Motion Quality for Knee Osteoarthritis Using Accelerometers 논문에서는 성별, 체중, 신장이 다른 9 명의 실험자(여성 5, 남성 4)로부터 데이터를 측정 하였다. 피 실험자들은 텍스트 및 그림으로 이루어진 지시 사항을 함께

제공받아 본인이 이해한 대로 운동을 진행하였다. 운동은 SHC (the standing hamstring curl), RHA (reverse hip abduction), SLR (lying straight leg raise) 세가지 종류를 진행하였다.



최종결과는 사람의 눈으로 판단하여 데이터와 비교하는 방식으로 결정되었다. 실험 결과 몇가지 문제가 발생하였다. 일단 세가지 운동을 제외한 다른 동작의 판별이 불가능하다는 점이다. 특히 판별을 위해 전문가 집단이 필수로 필요하다는 사실은 비용적인 측면에서도 큰 어려움이 있다. 기본적으로 비전문가를 사용한 실험의 경우 그 판별이 불분명하고 결과가 좋지 못했었다. 그리고 모든 단계가 자동화된 것으로 보이지만, 실제로 데이터를 반복하여 나누는 것은 사람이 일일이 해 줘야 하는 단점도 존재했다. 이는 또 다른 연구인 mobile App to Streamline the Development of Wearable Sensor-Based Exercise Biofeedback Systems: System Development and Evaluation 에서도 지적하고 있다. 연구의 목표는 동작의 자동 분류 시스템을 개발하는 것으로 관련하여 태블릿 PC 에서 사용이 가능한 어플리케이션을 개발하였다. 평균적으로 89.5%의 정확도를 나타내었다.

Classification of Squat Quality with Intertial Measurement Units in the Single Leg Squat Mobility Test 에서는 스쿼트의 자세에 대한 잘하고 못함을 판별하는 실험을 진행하였다. IMU 장비를 사용하였고, single leg squat 를 시켜 관절의 각도, 속도 및 가속도를 칼만 필터를 적용 시킨뒤 그 변수를 추정하였다. 기계 학습의 하나인 서포트 벡터

머신(Support Vector Machine)과 linear Decision Tree를 사용한 정확유무를 판단하였다. 서포트벡터 머신의 경우 98,6%의 수준으로 동작한다고 하였으나, Decision Tree 의 경우 73%로 그 결과가 떨어졌다. 이는

The initial results show that WBASN foot pressure measuring system can be used as a quantifiable measure for detecting player injuries.에서는 오버헤드 스쿼트 동작을 wireless body area sensor network (WBASN)를 통해 측정을 한다. 이 연구의 목적은 모션 센싱에 있지 않다. 모션 센싱의 경우 그 데이터를 담당 코치들이 확인하여 판별하는 것으로 결국 전문가의 판단을 분류하고 나누어 선수의 부상 정도나 악한 정도를 판별하는 연구이다.

Trunk Position Influences the Kinematics, Kinetics, and Muscle Activity of the Lead Lower Extremity During the Forward Lunge Exercise 연구에서는 린지 운동을 측정하는 실험을 진행한다. 전방 린지(Lunge with the Trunk Forward)를 시행할 때에 몸통 위치가 어떻게 하악의 근력, 운동 및 근육 활동에 영향을 주는지 조사하는 것을 목표로 하고 있다. Electromyographic(근전도) 센서와 비주얼 3d 소프트웨어를 사용하여 각각의 관절의 움직임 측정하는 방식이다.

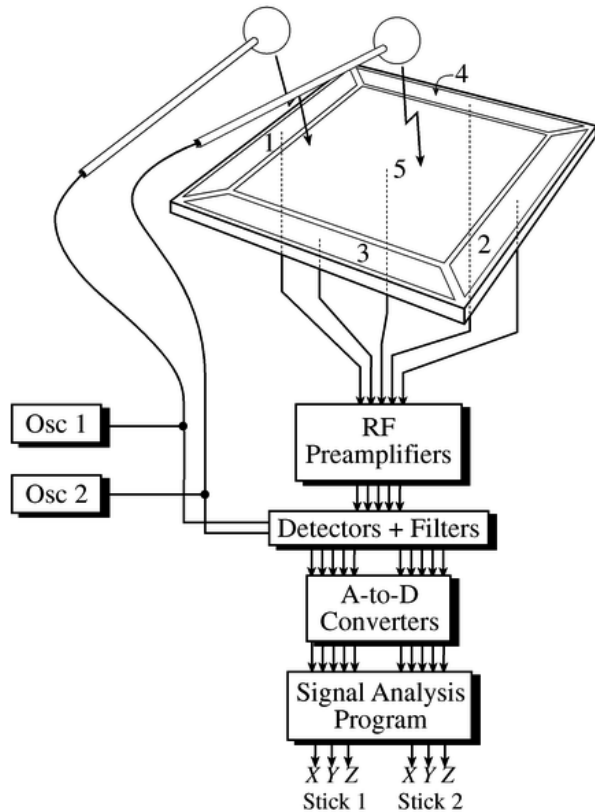
예술적인 활동 중 음악의 장르에서는 몸의 움직임이 중요한 경우가 많이 있다. 그 중에서도 악기를 연주하는 것과 같이 기기를 다루는 경우가 아니면서 동작의 중요성을 가지고 있는 장르는 음악 지휘분야이다. 많은 사람들은 이러한 지휘 동작을 모사하고 그것을 통해 가상 오케스트라를 지휘하는 연구를 진행해왔고 진행중이다. 그 대표적인 예로 Max Matthews 의 Radio Baton 이 있다. 전파를 이용한 동작인식 방식의 음악 조정 장치로 music-technology 분야에서는 선구자로 여겨지는 연구이다.



Matthews 의 연구에서 지휘 동작으로 사용되고 있는 방식은 그림에서 보는 바와 같이 실제 우리가 오케스트라 연주회에서 보는 지휘자의 동작과는 다르다. 그러나 전문가적인 입장에서 보면 이 또한 지휘 동작으로서 가치가 있다. 그 이유는 다음과 같다.

지휘라는 행위의 역사는 오래되지 않았다. 초창기 지휘는 음악의 박자를 나타내기 위해 커다란 봉을 사용하여 바닥을 치는 행위에서 시작되었다. 따라서 지휘자의 동작은 흔히 우리가 음악 교과서에서 보는 것과는 상이하다.

지휘의 체계가 잡히면서 지휘자라는 역할 및 직업이 생겨나고 그로인해 현대 교과서에 실린 지휘 동작이 만들어지게 되었다. 우리는 초중고등학교 음악시간에 교과서에 나온 모양대로 지휘 동작을 하는 것을 시험 받는다. 하지만 이것은 잘못된 교육이다. 교과서 대로라면 정확한 지휘 동작을 사용하여 박자대로 동작을 진행해야 할 것 같지만, 실제 현장에서는 자기 멋대로 하는 것이 관행이고, 그 규칙이 정해져 있지 않다. 다만 지휘동작을 잘하고 못하고의 기준은 정해져 있다. 조금은 아이러니 한 상황인데, 지휘 동작의 정확성을 판가름 짓는 것은 결국 음악의 완성도 인것이다.



본 연구에서는 위 연구들에서 지적된 전문가의 항상 필요성을 개선하는 노력을 진행 중이다. 즉, 전문가 혹은 비전문가가 움직임에 대해 정의 내리고 어떤 절차를 완성시키면 그 데이터와 내가 가진 데이터의 비교만으로 이미 내가 어떤 동작을 잘 하고 있는지 판별이 가능하게 되는 것을 목표로 하고 있다.

#### Camera-based Method

키넥트, 림프션과 같은 depth 카메라를 사용한 동작 감지 방식의 경우 보편적으로 HMM(은닐마르코프모델)과 신경망을 사용하여 제스처를 입력 받아왔다. 이 경우 센서 기반의 제스처보다 낮다고 판단됨. 그러나 고정된 카메라의 시점에서 구별이 안되는 제스처들이 존재한다.

#### Sensor-based Method

3 차원 정보를 사용한 센서를 부착한 후 추적하는 방식으로 역시 HMM 과 신경망을 사용한 정보입력을 통해 데이터를 입력 받는다. 그러나 카메라방식의

제스처 인식 방법과 비교해 오히려 많은 데이터량으로 인한 문제의 복잡도가 증가하는 경향을 보이고 있다.

#### SYSTEM DESIGN AND IMPLEMENTATION

On each page your material should fit within a rectangle of 7 x 9.25 in (18 x 23.5 cm), centered on a US letter page (8.5x11 in), beginning 0.75 in (1.9 cm) from the top of the page, with a 0.33 in (0.85 cm) space between two 3.3 in (8.4 cm) columns. Right margins should be justified, not ragged. Please be sure your document and PDF are US letter and not A4.

#### INTERACTION DESIGN AND DATA MAPPING

The styles contained in this document have been modified from the default styles to reflect ACM formatting conventions. For example, content paragraphs like this one are formatted using the *Normal* style.

#### CONCLUSION

본 논문에서는

#### ACKNOWLEDGMENTS

Sample text: We thank all the volunteers, and all publications support and staff, who wrote and provided helpful comments on previous versions of this document. Authors 1, 2, and 3 gratefully acknowledge the grant from NSF (#1234-2012-ABC). This is just an example.

#### REFERENCES FORMAT

References must be the same font size as other body text. References should be in alphabetical order by last name of first author. Example reference formatting for individual journal articles [3], articles in conference proceedings [7], books [9], theses [10], book chapters [11], an entire journal issue [6], websites [1,4], tweets [1], patents [5], and online videos [8] is given here. This formatting is a slightly edited version of the format automatically generated by the ACM Digital Library (<http://dl.acm.org>) as “ACM Ref”. More details of reference formatting are available at:

[http://www.acm.org/publications/submissions/latex\\_style](http://www.acm.org/publications/submissions/latex_style)

Note that the *Hyperlink* style used throughout this document uses blue links; however, URLs that appear in the references section may appear in black.

#### REFERENCES

1. @\_CHINOSAUR. 2014. VENUE IS TOO COLD. #BINGO #CHI2016. Tweet. (1 May, 2014). Retrieved February 2, 2014 from [https://twitter.com/\\_CHINOSAUR/status/461864317415989248](https://twitter.com/_CHINOSAUR/status/461864317415989248)
2. ACM. How to Classify Works Using ACM's Computing Classification System. 2014. Retrieved August 22, 2014 from [http://www.acm.org/class/how\\_to\\_use.html](http://www.acm.org/class/how_to_use.html)
3. Ronald E. Anderson. 1992. Social impacts of computing: Codes of professional ethics. *Soc Sci Comput Rev* 10, 2: 453-469.

4. Anna Cavender, Shari Trewin, Vicki Hanson. 2014. Accessible Writing Guide. Retrieved August 22, 2014 from <http://www.sigaccess.org/welcome-to-sigaccess/resources/accessible-writing-guide/>
5. Morton L. Heilig. 1962. Sensorama Simulator, U.S. Patent 3,050,870, Filed January 10, 1961, issued August 28, 1962.
6. Jofish Kaye and Paul Dourish. 2014. Special issue on science fiction and ubiquitous computing. *Personal Ubiquitous Comput.* 18, 4 (April 2014), 765-766. <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-014-0773-4>
7. Scott R. Klemmer, Michael Thomsen, Ethan Phelps-Goodman, Robert Lee, and James A. Landay. 2002. Where do web sites come from?: capturing and interacting with design history. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (CHI '02), 1-8. <http://doi.acm.org/10.1145/503376.503378>
8. Psy. 2012. Gangnam Style. Video. (15 July 2012.). Retrieved August 22, 2014 from <https://www.youtube.com/watch?v=9bZkp7q19f0>
9. Marilyn Schwartz. 1995. *Guidelines for Bias-Free Writing*. Indiana University Press.
10. Ivan E. Sutherland. 1963. *Sketchpad, a Man-Machine Graphical Communication System*. Ph.D Dissertation. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
11. Langdon Winner. 1999. Do artifacts have politics? In *The Social Shaping of Technology* (2nd. ed.), Donald MacKenzie and Judy Wajcman (eds.). Open University Press, Buckingham, UK, 28-40.