Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 29, No. 6 pp.925-932, December 2010 DOI:10.5143/JESK.2010.29.6.925

기존 3차원 인터랙션 동작인식 기술 현황 파악을 위한 메타분석

김용우[1] · 황민철[2] · 김종화[3] · 우진철[4] · 김치중[1] · 김지혜[1]

[1]상명대학교 컴퓨터과학과 / [2]상명대학교 디지털미디어학부 / [3]상명대학교 감성공학과 /
[4]University of Arkansas HCI Laboratory, USA

Analysis of 3D Motion Recognition using Meta-analysis for Interaction

Yong Woo Kim[1], Min Cheol Whang[2], Jong Hwa Kim[3], Jin Cheol Woo[4], Chi Jung Kim[1], Ji Hye Kim[1]

[1]Department of Computer Science, Sangmyung University, Seoul, 110-743
[2]Department of Digital Media Technology, Sangmyung University, Seoul, 110-743
[3]Department of Emotion Engineering, Sangmyung University, Seoul, 110-743
[4]Human-Computer Interaction Laboratory, University of Arkansas, Fayetteville, AR 72701 USA

ABSTRACT

Most of the research on three-dimensional interaction field have showed different accuracy in terms of sensing, mode and method. Furthermore, implementation of interaction has been a lack of consistency in application field. Therefore, this study is to suggest research trends of three-dimensional interaction using meta-analysis. Searching relative keyword in database provided with 153 domestic papers and 188 international papers covering three-dimensional interaction. Analytical coding tables determined 18 domestic papers and 28 international papers for analysis. Frequency analysis was carried out on method of action, element, number, accuracy and then verified accuracy by effect size of the meta-analysis. As the results, the effect size of sensor-based was higher than vision-based, but the effect size was extracted to small as 0.02. The effect size of vision-based using hand motion was higher than sensor-based using hand motion. Therefore, implementation of three-dimensional sensor-based interaction and vision-based using hand motions more efficient. This study was significant to comprehensive analysis of three-dimensional motion recognition for interaction and suggest to application directions of three-dimensional interaction.

Keywords: Three-dimensional Interaction, Meta analysis, Recognition

1. 서 론

최근 사용자들은 컴퓨터 기술과 장비의 급속한 발전과 더불어 다양한 제품 개발이 이루어짐에 따라 이전과는 다른 다양한 인터랙션을 경험하고 있다. HCI(Human Computer Interaction)에서 인터랙션의 의미는 입출력 장치의 매개를 통해 컴퓨터와 사람이 의사 소통하는 과정을 뜻한다(Preece

*본 논문은 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2009년도 문화콘텐츠산업기술지원사업의 연구결과로 수행되었음.
교신저자: 김용우
주 소: 110-743 서울시 종로구 홍지동 7, 전화: 010-7535-7536, E-mail: kimyongwoogo@nate.com

J et al., 2006; 김진우, 2005).

1980년대 이전의 인터랙션은 대부분 키보드 기반의 텍스트 중심으로 이루어졌으며, 1980년대를 거쳐 마우스와 비교적 저가의 그래픽 디스플레이 장비 및 PC 부품의 보급으로 GUI와 인터랙션 요소가 발전하였다. 이후 3D 그래픽과 장비의 급속한 발전을 통해 증강 현실, 가상 현실, 멀티모달 인터랙션 등 다양한 인터랙션 형태가 등장하였으며, 이를 통해 로봇 제어 시뮬레이션, 3D 가상 체험, 3D 원격 회의, 미디어 아트 등의 다양한 분야가 발전하였다(Bowmand Doug A et al., 2005). 선행 연구 결과 인터랙션을 위한 사용자 인터페이스는 음성 기반, 촉감 기반, 시점 기반, 제스처 기반 등이 활용되었으며, 이러한 인터페이스 구현을 위해 스트레오 카메라, 다중 카메라 등을 이용한 비전 기반 구현, 가속도 센서, 관성 센서 등을 이용한 센서 기반 구현, 마커를 이용한 동작인식 기반 구현 등이 활용되었다(조경은 등, 2001; 홍동표 등, 2008).

현재 3차원 인터랙션 분야의 연구는 각기 다른 센싱, 모드, 방식에 따라 정확도가 상이하여 인터랙션 구현이 연구적용 분야간과 연구자간에 일관성이 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구는 현재까지 진행한 3차원 인터랙션의 연구 동향에 대한 메타분석을 실시하여 결과를 제시하였다.

메타분석은 분석의 분석으로써 여러 연구 결과들을 종합할 목적으로 개별적 연구 결과들을 한데 모아 통계적으로 분석하는 방법이다(Kitchenham, 2004; Madhukar Pai et al., 2004; 남연희 등, 2008). 이러한 연구 방법은 기존의 단순한 서술식 문헌 검토와는 달리 연구 경향의 규칙성을 도출하여 연구 성과에 대한 진단과 비판적 성찰을 하는데 적합한 방법이다(강진숙, 2008). 그러므로 현재까지 진행한 3차원 인터랙션의 연구 결과들을 통계적으로 분석하기 위해 본 연구는 메타분석을 실시하였다. 메타분석은 종합적 메타분석과 분석적 메타분석으로 구분된다. 종합적 메타분석은 연구의 전반적인 주제와 방법들을 분석하여 특정 연구 영역의 연구 방향이 어떻게 진행되고 있는지 살펴보기 위한 방법이다. 다음으로 분석적 메타분석은 한 가지 개념이나 주제에 대해 집중분석하는 방법으로써 동일한 주제를 대상으로 한 연구들을 기본분석 단위로 하여 측정한 결과를 통합적으로 다시 살펴보는 연구이다. 분석적 메타분석의 단점은 개별 연구의 사례가 많지 않으면 일반화 오류의 가능성이 있다는 점이다(황상재 등, 2004; 강진숙, 2008).

본 연구는 종합적 메타분석을 활용하였으며, 행위구현 방식, 행위 요소, 행위 개수, 행위 정확도의 빈도분석을 실시한 후 효과 크기 검증을 실시하여 결과를 제시하였다. 이로써 3차원 인터랙션 동작인식 요소의 국내, 국외 개별 연구 결과들을 종합하여 연구 동향에 대한 결과를 제시하였다는데 의의가 있다.

2. 연구 방법

본 연구의 진행은 그림 1의 메타분석 과정을 바탕으로 실시하였다. 연구 문제 설정 후 연구자료 수집, 코딩자료 작성 및 메타통계분석을 실시하여 분석 결과를 제시하였다(오성삼, 2002).

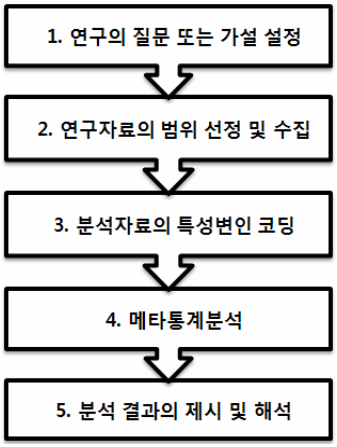

그림 1. 메타분석의 과정

2.1 연구 문제

3차원 인터랙션 동작인식 기술의 정확도와 연구 방향에 대해 알아보기 위해 다음의 연구 문제를 설정하였다(강진숙, 2008).

연구 문제 1: 3차원 인터랙션 동작인식 기술의 구현을 위해 비전 기반 요소가 센서 기반 요소보다 더 활성화되고 있는가?

연구 문제 2: 3차원 인터랙션 동작인식 기술의 구현을 위해 사용된 행위 요소 중 손동작 요소가 더 활용되고 있는가?

연구 문제 3: 3차원 인터랙션 동작인식 기술의 정확도는 비전 기반보다 센서 기반 요소가 더 높은가?

연구 문제 4: 3차원 인터랙션 동작인식 기술의 손동작 요소 정확도는 비전 기반보다 센서 기반 요소가 더 높은가?

2.2 표본 추출 방법

표본 추출 방법은 그림 2의 단계 과정으로 진행하였다

(권태희 등, 2008).

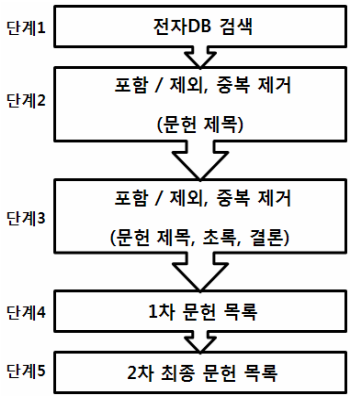

그림 2. 표본 추출 방법

단계 1인 전자 DB 검색에는 기존 메타분석 연구에 활용되었던 키워드 검색 기법을 사용하였다(황상재 등, 2004). 국내 논문분석을 위해 국내 학술 Database 전문 서비스인 DBPIA와 한국학술정보 KISS를 활용하였으며, 동작과 3차원의 키워드를 입력하여 수집하였다. 검색 결과 한국학술정보 KISS는 131편, DBPIA는 153편의 자료가 검색되었으며, DBPIA의 검색 결과가 본 연구와 적합하여 연구 자료로 활용하였다. 단계 2로 검색 자료의 제목을 분석하여 관련 문헌을 포함하고, 관련 없는 문헌 제외 및 중복 문헌 제거를 실시하였다. 단계 3으로 문헌 제목, 초록, 결론을 분석하여 구현 방식, 행위 요소 등의 연구 문제 내용이 포함되지 않거나 부족한 논문을 제외하여 단계 4로 1차 37편을 선별하였다. 단계 5에 1차 선별된 37편의 논문 분석 후 참조 문헌 추가 검색을 실시하여 18편을 최종 선별하였다.

국외 논문분석시 국내 논문분석 단계를 동일하게 적용하였다. 분석을 위해 국외 학술 Database 전문 서비스인 ScienceDirect를 활용하였으며, 3D, interaction, recognition, accuracy의 키워드를 입력하여 수집하였다. 검색 결과 총 188편의 논문이 검색되었으며, 188편의 논문 중 1차 36편, 2차 26편을 선별한 후 참조 문헌 추가 검색을 실시하여 28편을 최종 선별하였다.

3. 분 석

연구 논문들의 특징을 분석하기 위해 코딩 자료를 작성하였다. 분석 대상으로 선정한 국내 논문 18편, 국외 논문 28편을 표 1의 특징과 지침에 따라 분석하여 정리하였다(남연희 등, 2008). 코딩 양식의 지침에 따라 도출된 자료를 바탕으로 빈도분석을 실시한 후 효과 크기 검증을 실시하였다.

표 1. 연구 대상 논문의 코딩 양식

코딩 특징	코딩 지침
연도별 빈도수	연구물로부터 확인
행위 구현 방식	연구물로부터 확인
행위 요소	연구물로부터 확인
행위 개수	구현에 적용된 행위 개수
행위의 정확도	구현된 행위의 테스트 결과

4. 결 과

연구 논문의 연도별 빈도분석 결과는 그림 3과 같으며, 1999년도 논문 1편(2.2%), 2000년도 1편(2.2%), 2001년도 3편(6.5%), 2002년도 1편(2.2%), 2003년도 2편(4.3%), 2004년도 2편(4.3%), 2005년도 4편(8.7%), 2006년도 4편(8.7%), 2007년도 4편(8.7%), 2008년도 11편(23.9%), 2009년도 13편(28.3%)으로 분석되었다.

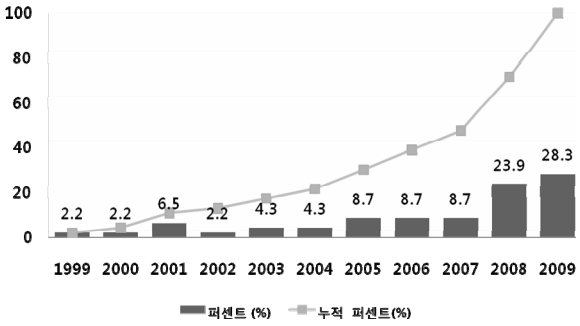

그림 3. 연구 논문의 연도별 빈도분석 결과

연구 논문의 행위구현 방식은 그림 4, 5와 같으며, 스트레오 카메라, 소형 CMOS 카메라, 다중 카메라 등을 이용한 비전 기반 구현 34편(73.9%), 가속도 센서, 관성 센서 등을 이용한 센서 기반 구현 4편(8.7%), 마커를 부착한 동작인식 기반 구현이 8편(17.4%)으로 분석되었다.

이러한 비전과 센서, 동작인식 기반의 구현 방식을 활용하여 사용된 행위 요소는 그림 6, 7과 같으며, 손동작을 이용한 연구 논문 29편(63.0%), 허리, 허벅지, 손목 동작을 이용한 논문 1편(2.2%), 윗몸 동작을 이용한 논문 3편(6.5%), 전신 동작을 이용한 논문 11편(23.9%), 손동작과 머리 동작을 이용한 논문 2편(4.3%)으로 분석되었다.

그림 4. 행위구현 방식

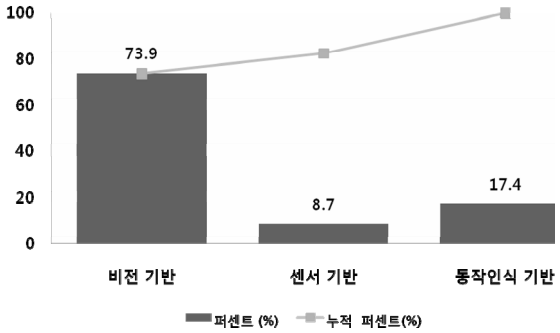

그림 5. 연구 논문의 행위구현 방식 빈도분석 결과

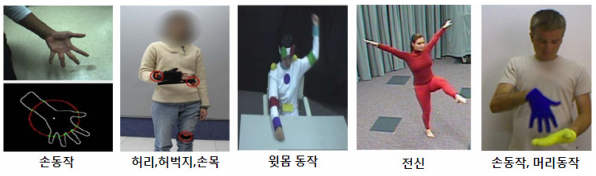

그림 6. 사용된 행위 요소

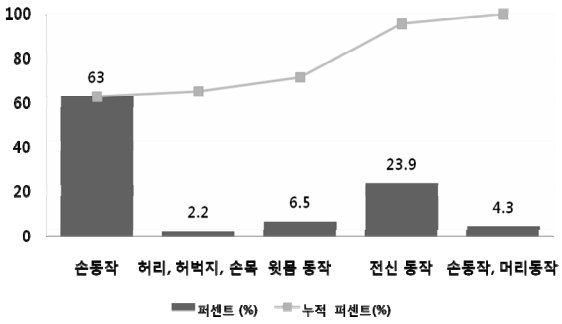

그림 7. 연구 논문의 사용된 행위 요소 빈도분석 결과

손동작, 허리, 허벅지, 손목, 윗몸 동작, 전신을 이용하여 정의된 행위 개수는 그림 8, 9와 같으며, 1~5개 10편(21.7%), 6~10개 16편(34.8%), 11~15개 6편(13%), 16~20개 7편(15.2%), 31~35개 1편(2.2%), 36개 이상인 38개, 55개, 60개의 행위를 사용한 논문이 3편(6.5%), 행위 개수가 제시되지 않은 논문 3편(6.5%)으로 분석되었다.

행위의 정확도 분석을 위해 46편의 선별 논문 중 정확도

그림 8. 정의된 행위 요소

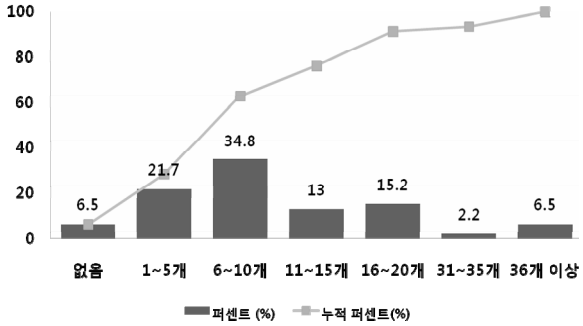

그림 9. 연구 논문의 행위 개수 빈도분석 결과

가 제시되지 않은 논문 9편을 제외한 37편의 논문별 정의된 행위 개수, 정확도 평균 및 총점을 표 2와 같이 도출하였다. 피실험자 인원에 대한 분석 결과 37편의 연구 논문 중 19편이 제시되지 않은 상태이므로 정확도 검증에는 적용하지 않았으며, 표 2에 분석 내용을 제시하였다.

표 2. 논문별 행위 개수, 정확도 평균, 총점 분석

행위구현 방식	사용된 행위 요소	행위 개수	정확도 평균	정확도 총점	인원
동작인식	윗몸 동작	60	92.7	5562.0	3
센서 기반	허리, 허벅지, 손목	21	94.4	1982.4	15
비전 기반	전신 동작	10	93.3	933.0	7
비전 기반	손동작	10	91.5	915.0	무
센서 기반	손동작	8	91.3	730.4	16
비전 기반	손동작	7	89.5	626.5	무
비전 기반	전신 동작	7	84.1	588.7	15
비전 기반	손동작	6	91.4	548.4	10
비전 기반	손동작	5	86.9	434.5	무
센서 기반	손동작	4	97.2	388.8	4
비전 기반	손동작	9	83.5	751.5	무
비전 기반	전신 동작	4	86.5	346.0	무
비전 기반	손동작	9	81.1	729.9	5
비전 기반	손동작	13	70.0	910.0	5
비전 기반	손동작	10	74.0	740.0	무

표 2. 논문별 행위 개수, 정확도 평균, 총점 분석 (계속)

행위구현 방식	사용된 행위 요소	행위 개수	정확도 평균	정확도 총점	인원
비전 기반	손동작	20	85.0	1700.0	20
비전 기반	손동작	9	97.1	873.9	무
비전 기반	손동작	9	98.0	882.0	5
비전 기반	손동작	2	91.6	183.2	무
비전 기반	손동작	20	85.0	1700.0	8
비전 기반	손동작	8	90.0	720.0	무
비전 기반	손동작	5	97.3	486.5	4
동작인식	손동작	14	92.4	1293.6	무
비전 기반	손동작	8	95.0	760.0	무
비전 기반	손동작	14	86.0	1204.0	무
비전 기반	손동작	14	91.9	1286.6	무
센서 기반	전신 동작	10	96.6	966.0	무
동작인식	손동작	20	86.6	1732.0	3
동작인식	손동작, 머리 동작	19	81.6	1550.4	무
비전 기반	윗몸 동작	11	83.3	916.3	6
비전 기반	손동작	38	93.5	3553.0	10
동작인식	손동작	16	73.0	1168.0	20
동작인식	손동작	20	94.1	1882.0	무
비전 기반	전신 동작	10	81.5	815.0	25
비전 기반	전신 동작	6	88.7	532.2	무
비전 기반	손동작	8	72.3	578.4	무
비전 기반	전신 동작	9	95.0	855.0	무

표 2에서 도출된 37편의 분석 내용을 바탕으로 행위구현 방식과 사용된 행위 요소를 국내 논문과 국외 논문으로 교차분석을 실시한 결과는 그림 10, 11과 같다. 국내 논문과 국외 논문 동일하게 비전기반 구현과 손동작을 사용한 행위 요소가 가장 높은 빈도 결과를 도출하였다. 행위구현 방식과 사용된 행위 요소의 교차분석을 실시한 결과는 그림 12와 같으며, 비전 기반 손동작 요소는 20편, 센서 기반 손동작 요소는 2편으로 분석되었다.

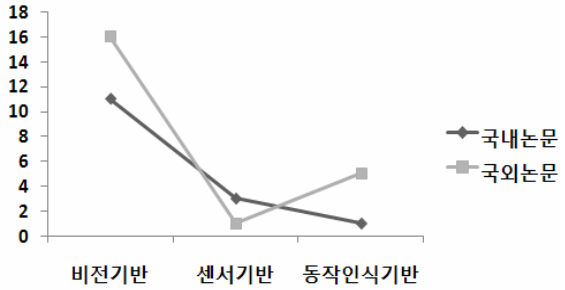

그림 10. 행위구현 방식의 국내외 논문분석 결과

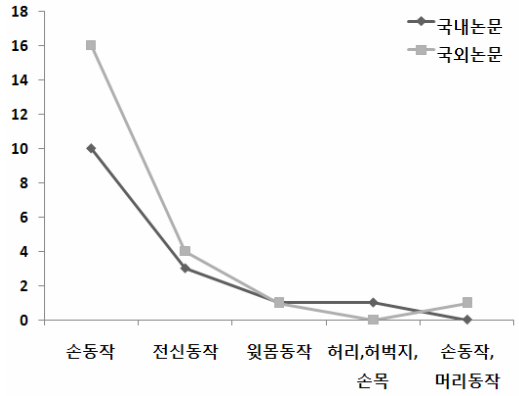

그림 11. 사용된 행위 요소의 국내외 논문분석 결과

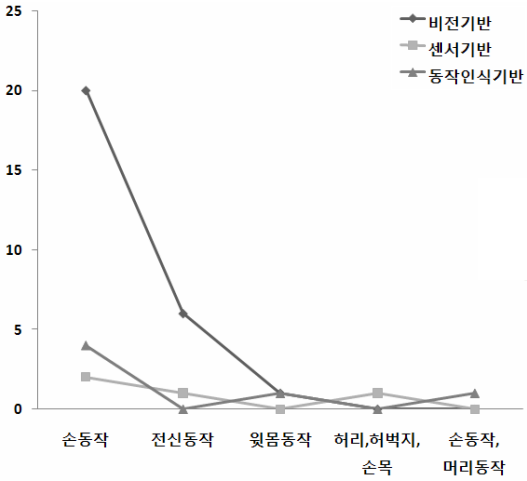

그림 12. 행위구현 방식과 사용된 행위 요소분석 결과

최종 도출된 37편의 연구 자료분석 결과를 행위구현 방식, 사용된 행위 요소 및 사용된 행위 요소 중 손동작의 정확도에 따라 비교분석한 결과는 표 3, 4, 5와 같다.

정확도 비교분석으로 도출된 결과를 바탕으로 효과 크기 검증을 실시하였다. 두 집단 간의 효과 크기를 산출하는 공식은 표 6과 같으며, 두 집간 평균 점수 차이값을 분산의

표 3. 행위구현 방식에 따른 정확도 비교분석

행위구현 방식	빈도	정확도 총점	정확도 총점 평균	표준 편차
비전 기반	27	24570	910.0	633.7
센서 기반	4	4067.6	1016.9	685.9
동작인식기반	6	13188	2198.0	1669.2
합계	37	41824.8	1130.4	971.6

합동 추정치로 구한 통합 표준편차로 나눈 값으로 산출된다(오성삼, 2002; 조성은, 2004).

표 4. 사용된 행위 요소에 따른 정확도 비교분석

사용된 행위 요소	빈도	정확도 총점	정확도 총점 평균	표준 편차
손동작	26	26598.0	1023.0	682.0
전신 동작	7	5035.8	719.4	232.9
윗몸 동작	2	6478.4	3239.2	3285.0
허리, 허벅지, 손목	1	1982.4	1982.4	.
손동작, 머리 동작	1	1550.4	1550.4	.
합계	37	41824.8	1130.4	971.6

표 5. 사용된 행위 요소 중 손동작의 비교분석

행위구현 방식	빈도	사용된 행위 요소	정확도 총점	정확도 총점 평균	표준 편차
비전 기반	20	손동작	19584.0	979.2	717.0
센서 기반	2	손동작	1119.2	559.6	241.5
합계	22	손동작	20702.0	941.0	695.1

표 6. 효과 크기 산출 공식

$$ES = \frac{\overline{Xe} - \overline{Xc}}{Sp}$$

Xe: A 집단의 평균점수, Xc : B 집단의 평균점수
Sp: 분산의 합동 추정치로 구한 통합표준편차

$$Sp = \frac{(Ne-1)S^2e + (Nc-1)S^2c}{Ne + Nc - 2}$$

Ne : A 집단의 표본수, Nc : B 집단의 표본수
S^2e: A 집단의 분산, S^2c: B 집단의 분산

Cohen(1977)의 Statistical Power에 제시된 표준화 평균차의 효과크기(ES) 해석 결과 ES≤0.02는 작은 효과 크기, ES=0.50은 중간 효과 크기, ES≥0.08은 큰 효과 크기를 의미한다. 표 3에서 도출된 결과를 바탕으로 비전 기반과 센서 기반의 효과 크기를 분석한 결과는 표 7과 같으며, Xe=910.0, Xc=1016.9, Sp=639.3로 −0.17이 도출되었다. 마이너스 부호가 나온 것은 Xe 보다 Xc 실험 결과가 더 높음을 의미하며(오성삼, 2002), 따라서 비전 기반보다 센서 기반의 정확도가 더 높으나 0.02 이하로 효과 크기는 작은 것으로 분석되었다.

표 5에서 도출된 결과를 바탕으로 손동작 행위 요소 중 비전 기반과 센서 기반의 효과 크기를 분석한 결과는 표 7과 같이 Xe=979.2, Xc=559.6, Sp=700.9으로 0.60이 도출되었으며, 이는 비전 기반 손동작 요소의 정확도가 센서 기반의 손동작 요소보다 더 높은 것으로 분석되었다.

표 7. 효과 크기 검증 결과

요소	총점 평균	분산 통합 표준 편차	효과 크기 (ES)
비전 기반	910.0	Sp = 639.3	ES = −0.17
센서 기반	1016.9		
비전 기반 손동작	979.2	Sp = 700.9	ES = 0.60
센서 기반 손동작	559.6		

5. 결론 및 토의

현재 3차원 인터랙션 분야의 연구는 각기 다른 센싱, 모드, 방식에 따라 정확도가 상이하여 인터랙션 구현이 연구 적용 분야간과 연구자간에 일관성이 부족한 실정이다. 그러므로 본 연구는 현재까지 진행한 3차원 인터랙션의 연구 동향에 대한 메타분석을 실시하여 결과를 제시하였다. 연구 진행을 위해 전자 DB 키워드 검색 기법을 사용하여 3차원 인터랙션과 관련된 국내 논문 153편, 국외 논문 188편의 연구 자료를 선별하였으며, 연구 논문분석용 코딩표를 사용하여 국내 논문 18편, 국외 논문 28편을 최종 선별, 분석하였다. 연구 논문의 분석 결과를 바탕으로 빈도분석을 실시하여 행위구현 방식, 행위 요소, 행위 개수, 행위 정확도를 제시한 후 효과 크기 검증을 실시하여 결과를 제시하였다.

비전 기반과 센서 기반의 효과 크기 분석 결과 Xe=910.0, Xc=1016.9, Sp=639.3로 −0.17이 도출되었다. 마이너스 부호가 나온 것은 Xe보다 Xc 실험 결과가 더 높음을 의미하며, 따라서 비전 기반보다 센서 기반의 정확도가 더 높으나 0.02 이하로 효과 크기는 작은 것으로 분석되었다. 손동작 행위 요소 중 비전 기반과 센서 기반의 효과 크기를 분석한 결과 Xe=979.2, Xc=559.6, Sp=700.9으로 0.60이 도출되었으며, 이는 비전 기반 손동작 요소의 정확도가 센서 기반의 손동작 요소보다 더 높은 것으로 분석되었다.

3차원 인터랙션의 동작인식을 위해 비전 기반 요소가 활성화되고 있는 이유는 고가 장비 사용에 대한 경제적 부담과 장갑, 센서 등의 착용 부담이 적고, 물체를 조작하는데 있어 직관적인 방법으로 사용되는 제스처를 활용하기 때문이라고 분석된다(김진우 등, 2009; 장영대 등, 2009). 손동작을 사용한 행위 요소가 비교적 많이 활용되고 있는 이

유도 인간의 의사 표현을 위해 자연스럽게 발생하는 손동작 제스처에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며(김순기 등, 2008), 손은 여러 개의 관절을 포함하고 있어 높은 자유도를 가지기 때문이라고 분석된다(석흥일 등, 2008).

본 연구는 국내, 국외 개별 연구 결과들을 종합하여 3차원 인터랙션 동작인식의 행위구현 방식, 행위 요소, 행위 개수, 행위 정확도의 빈도분석과 효과 크기 검증을 실시하여 연구 동향에 대한 결과를 제시하였다는데 의의가 있다. 향후 센서 기술과 동작인식 기술의 발전으로 인해 보다 정확하고 효용성 있는 인터랙션 시스템 개발에 대한 발전 가능성이 크므로, 현재까지의 기술 수준에 한해서만 본 연구 결과가 유효한 것으로 판단된다.

참고 문헌

김진우, *Human Computer Interaction*, 안그라픽스, 2005.

Preece, J., *et al*. *Interaction Design beyond human-computer interaction*, 2nd ed., John Wiley&Sons, 2006.

Bowmand Doug, A., *et al*. *3D user interfaces: theory and practice*, Pearson Education, 2005.

홍동표, 우운택, "제스처기반 사용자 인터페이스에 대한 연구 동향", *Telecommunications Review · 제18권 3호 · 2008년 6월*, 2008.

조경은, 조형제, "확률적 정규 문법 추론법에 의한 사람 몸동작 인식", *정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제*, 7(pp. 248-259), 2001.

남연희, 채인석, "메타분석을 활용한 중증장애인 자립생활에 영향을 미치는 요인에 관한 연구", *Journal of Public Welfare Administration*, 18(pp. 179-198), 2008.

Kitchenham, B., "Procedures for Performing Systematic Reviews", *Joint Technical Report*, 2004.

Madhukar, Pai., *et al*. "Systematic reviews and meta-analyses_An illustrated, step-by-step guide", *The National Medical Journal of India*, 2004.

강진숙, "국내 인터넷 연구의 주제와 방법에 대한 메타분석", *한국언론학보*, 52(pp. 173-198), 2008.

황상재, 박석철, "국내 인터넷 연구의 메타분석", *한국방송학보*, 68-92, 2004.

오성삼, "메타분석의 이론과 실제", 2002.

권태희, 임좌상, UML 표기법의 유용성 평가에 대한 연구: Systematic Review. 2008: 한국정보과학회; p. 121-126, 2008.

이동욱 *et al*. 마우스 포인터 제어를 위한 실시간 손 인식 알고리즘. 2008: 한국방송공학회; p. 211-214, 2008.

장영대, 박지헌, "스테레오 카메라를 이용한 동작인식 인터페이스 및 비접촉식 마우스에 대한 개발", *한국정보기술학회논문지*, 7(pp. 242-252), 2009.

이동석 *et al*. "스테레오 카메라를 이용한 이동객체의 실시간 추적과 거리 측정 시스템", *방송공학회논문지*, 14(pp. 366-377), 2009.

김진우 *et al*. "윈도우 제어를 위한 시각적 비접촉 사용자 인터페이스", *정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용*, 36(pp. 471-478), 2009.

김상기 *et al*. "3차원 가속도 데이타를 이용한 HMM 기반의 동작인식", *정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제*, 15(pp. 216-220), 2009.

임새미 *et al*. "3차원 가속 센서 및 RFID 센서를 이용한 ADL 자동 분류", *전자공학회논문지-CI*, 45(pp. 135-141), 2008.

석흥일 *et al*. "3차원 손 모델링 기반의 실시간 손 포즈 추적 및 손가락 동작인식", *정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용*, 35 (pp. 780-788), 2008.

배수정 *et al*. 다중 카메라 기반 3차원 인간 행동 인식 연구. 2008: 한국정보과학회; p. 395-399, 2008.

김순기, 김대진, 인간 로봇 상호작용을 위한 Disparity 정보를 이용한 동작인식. 2008: 한국정보과학회; p. 142-146, 2008.

김혜정, 이경미, RBF 신경망을 이용한 3D 동작 추정. 2006: 한국정보과학회; p. 485-488, 2006.

조성정 *et al*. 관성 센서를 이용한 공간상의 제스처 입력 시스템. 2004: 한국정보과학회; p. 709-711, 2004.

박현진 *et al*. "가상현실에서 행위와 인지에 기반한 인공생명과의 상호작용시스템", *정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용*, 28 (pp. 493-500), 2001.

노명철 *et al*. 휴먼 행동 분석을 위한 3차원 제스처 데이터베이스의 설계 및 구축. 2005: 한국정보과학회; p. 895-897, 2005.

박세영 *et al*. 유비쿼터스 스마트 홈을 위한 위치와 모션인식 기반의 실시간 휴먼 트랙커. 2008: 한국정보과학회; p. 444-448, 2008.

송효섭 *et al*. "손의 형상과 움직임 방향 정보를 이용한 수화 인식", *정보과학회논문지(B)*, 26(pp. 804-810), 1999.

이래경, 김성신, "손동작인식을 통한 Human-Computer Interaction 구현", *한국지능시스템학회 논문지*, 11(pp. 28-32), 2001.

엄재성 *et al*. "실시간 인체 3차원 모델링 시스템", *한국정보기술학회논문지*, 6(pp. 26-34), 2008.

조성은, "장애아동 부모교육 프로그램의 효과에 관한 메타분석", *특수교육저널: 이론과 실천*, 5(pp. 415-429), 2004.

Bowden, R., *et al*. "Non-linear statistical models for the 3D reconstruction of human pose and motion from monocular image sequences", *Image and Vision Computing*, 18(pp. 729-737), 2000.

Chua, C-S., *et al*. "Model-based 3D hand posture estimation from a single 2D image", *Image and Vision Computing*, 20(pp. 191-202), 2002.

Chen, F-S., *et al*. "Hand gesture recognition using a real-time tracking method and hidden Markov models", *Image and Vision Computing*, 21(pp. 745-758), 2003.

McCane, B. and Caelli, T., "Diagnostic tools for evaluating and updating hidden Markov models", *Pattern Recognition*, 37(pp. 1325-1337), 2004.

Lics, A. and Sziranyi, T., "User-adaptive hand gesture recognition system with interactive training", *Image and Vision Computing*, 23(pp. 1102-1114), 2005.

Shamaie, A. and Sutherland, A., "Hand tracking in bimanual movements", *Image and Vision Computing*, 23(pp. 1131-1149), 2005.

Kehl, R. and Gool, L. V., "Markerless tracking of complex human motions from multiple views", *Computer Vision and Image Understanding*, 104(pp. 190-209), 2006.

Ong, S. C. W., *et al*. "Understanding gestures with systematic variations in movement dynamics", *Pattern Recognition*, 39(pp. 1633-1648), 2006.

Patwardhan, K. S. and Dutta, Roy. S., "Hand gesture modelling and

recognition involving changing shapes and trajectories, using a Predictive EigenTracker", *Pattern Recognition Letters*, 28(pp. 329 -334), 2007.

Shan, C., *et al*. "Real-time hand tracking using a mean shift embedded particle filter", *Pattern Recognition*, 40(pp. 1958-1970), 2007.

Wang, Q., *et al*. "Viewpoint invariant sign language recognition", *Computer Vision and Image Understanding*, 108(pp. 87-97), 2007.

Yin, X. and Xie, M., "Finger identification and hand posture recognition for human-robot interaction", *Image and Vision Computing*, 25(pp. 1291-1300), 2007.

Caillette, F., *et al*. "Real-time 3-D human body tracking using learnt models of behaviour", *Computer Vision and Image Understanding*, 109(pp. 112-125), 2008.

Derpanis, K. G., *et al*. "Definition and recovery of kinematic features for recognition of American sign language movements", *Image and Vision Computing*, 26(pp. 1650-1662), 2008.

Ge, S. S., *et al*. "Hand gesture recognition and tracking based on distributed locally linear embedding", *Image and Vision Computing*, 26(pp. 1607-1620), 2008.

Hsieh, J-W. and Hsu, Y-T., "Boosted string representation and its application to video surveillance", *Pattern Recognition*, 41(pp. 3078-3091), 2008.

Malassiotis, S. and Strintzis, M. G., "Real-time hand posture recognition using range data", *Image and Vision Computing*, 26(pp. 1027-1037), 2008.

Aran, O., *et al*. "A belief-based sequential fusion approach for fusing manual signs and non-manual signals", *Pattern Recognition*, 42(pp. 812-822), 2009.

Bandera, J. P., *et al*. "Fast gesture recognition based on a two-level representation", *Pattern Recognition Letters*, 30(pp. 1181-1189), 2009.

Bernier, O., *et al*. "Fast nonparametric belief propagation for real-time stereo articulated body tracking", *Computer Vision and Image Understanding*, 113(pp. 29-47), 2009.

Ding, L. and Martinez, A. M., "Modelling and recognition of the linguistic components in American Sign Language", *Image and Vision Computing*, 27(pp. 1826-1844), 2009.

Just, A. and Marcel, S. A., "A comparative study of two state-of-the-art sequence processing techniques for hand gesture recognition", *Computer Vision and Image Understanding*, 113(pp. 532-543), 2009.

Keskin, C. and Akarun, L., "STARS: Sign tracking and recognition system using input-output HMMs", *Pattern Recognition Letters*, 30(pp. 1086 -1095), 2009.

Liu, C. and Yuen, P. C., "Human action recognition using boosted EigenActions", *Image and Vision Computing*, In Press, Corrected Proof(pp. 825-835). 2010.

Qian, H., *et al*. "Recognition of human activities using SVM multi-class classifier", *Pattern Recognition Letters*, 31(pp. 100-111), 2009.

Vincze, M., *et al*. "Integrated vision system for the semantic interpretation of activities where a person handles objects", *Computer Vision and Image Understandin*g, 113(pp. 682-692), 2009.

Mikic, I., *et al*. "Human body model acquisition and tracking using voxel data", *International Journal of Computer Vision*, 2003.

Ren, L., *et al*. "Learning silhouette features for control of human motion", *ACM Trans. Graph*, 2005.

저자 소개

김 용 우 kimyongwoogo@nate.com
상명대학교 디지털미디어학부 학사
현 재: 상명대학교 컴퓨터과학과 석사
관심분야: HCI, UX, 감성공학

황 민 철 whang@smu.ac.kr
Georgia Institute of Technology Biomedical Engineering 박사
현 재: 상명대학교 디지털미디어학부 교수
관심분야: HCI, BCI, 감성공학, 인간공학

김 종 화 rmx2003@naver.com
상명대학교 컴퓨터과학과 석사
현 재: 상명대학교 감성공학과 박사
관심분야: 생리신호 분석, 감성인식, 감성인터랙션

우 진 철 mcun@naver.com
상명대학교 컴퓨터과학과 석사
현 재: University of Arkansas HCI researcher
관심분야: BCI, 감성공학, 인간공학

김 치 중 gatsgrain@nate.com
상명대학교 디지털미디어학부 학사
현 재: 상명대학교 컴퓨터과학과 석사
관심분야: 정신생리학, 감성공학, HCI

김 지 혜 kimjh0805@gmail.com
상명대학교 디지털미디어학부 학사
현 재: 상명대학교 컴퓨터과학과 석사
관심분야: UX, 감성공학, HCI, 감성추론

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2010년 04월 01일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2010년 11월 04일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2010년 11월 04일