

지능형 헬스케어 승마로봇의 모션 메카니즘 개발

김진수*, 임미섭**, 임준홍***
 한양대학교*, 경기공업대학**, 한양대학교***

Development of Motion Mechanisms for Health-Care Riding Robots

JiJin-Soo Kim*, Mee-Seub Lim**, Joonhong Lim***
 Hanyang University*, Kyunggi Institute of Technology**, Hanyang University***

Abstract - In this research, a riding robot system named as "RideBot" is developed for health-care and entertainments. The developed riding robot can follow the intention of horseman and can simulate the motion of horse. The riding robot mechanisms are used for many functions of attitude detection, motion sensing, recognition, common interface and motion-generations. This riding robot can react on health conditions, bio-signals and intention informations of user. One of the objectives of this research is that the riding robot could catch user motion and operate spontaneous movements.

In this paper, we develop the saddle mechanism which can generate 3 degrees-of-freedom riding motion based on the intention of horseman. Also, we develop reins and spur mechanism for the recognition of the horseman's intention estimation and the bio-signal monitoring system for the health care function of a horseman. In order to evaluate the performance of the riding robot system, we tested several riding motions including slow and normal step motion, left and right turn motion.

1. 서론

최근 지능형 로봇에 대한 관심의 증가와 로봇 기술의 발전으로 여러 분야에서 사용되는 로봇의 개발이 한창 진행되고 있으며, 그 중에서도 특히 헬스케어용 로봇은 의료산업의 발전 동향과 발맞추어 더욱 관심이 집중되어 가고 있다[1]. 첨단 헬스케어 개발은 기술혁신을 통해서 의료기기 관련 의료시설에 연구인력 및 첨단 장비를 지원할 수 있으며, 또한 다양한 정보를 지원하여 국내 의료기기 산업의 국제 경쟁력을 확보할 수 있다. 그리고 의료기기 기술은 국가적 공동개발 개념으로 확산되어 국내 의료기기 산업을 국제 수준으로 발전시킬 수 있을 것이다.

본 논문에서는 말과 같은 형태의 승마 가능한 승마형 로봇인 RideBot의 개발 결과를 소개하기로 한다. 승마동작은 안장의 승마동작이 말과 같은 Pitch, Roll, Bounce의 3자유도를 갖는 말과 같은 구조의 안장메카니즘에서 이루어진다. 승마동작의 모션 메카니즘의 주된 개발 범위는 사용자 의지기관의 Riding 모션 생성용 3DOF(Roll, Pitch, Bounce) 메카니즘 개발이며, 다중 모션 패턴 연동을 위한 메카니즘 유연화와 Sensing Structure 연동형 Riding 메카니즘의 설계 및 제작에 있다.

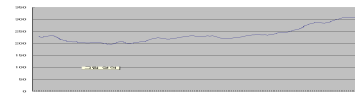
또한, 본 논문에서는 다기능 핸들에 인간 생체정보인 혈압, 맥박, 체지방, 그리고 체온 정보들의 피드백 기능과 사용자 인식 기능을 함께 내장하여, 승마자의 현재 건강상태와 과거 운동 이력을 종합 분석하고, 적절한 운동 모션을 추가하여 운동 효과를 보게 하며, 인간 생체신호 및 감성을 파악하여 적절한 운동과 건강 증진을 수행할 수 있도록 하였다. 그리고 승마자의 건강 상태와 모션, 의지 정보에 반응하여 엔터테인먼트 요소를 내장한 사용자 모션기반 지능형 헬스케어 승마 로봇의 모션 메카니즘의 개발의 결과와 차후의 연구방향에 대하여 언급한다.

2. 승마로봇의 구조

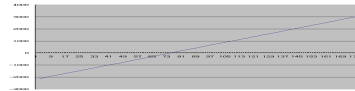
2.1 승마 동작 안장 메카니즘

승마로봇의 개발을 위하여 실제 말의 승마 모션 궤적 자료조사를 통한 승마 모션 생성용 Actuating Structure를 설계하였다. 즉, 말의 주행동작에 관한 (x,y,z) 모션 동작 분석 및 동작 범위와 형태 분석을 통하여 승마 로봇의 기본적인 승마 모션 패턴을 개발하였다. 말의 등 부분인 안장 위치에서 발생하는 (x,y,z) 모션 궤적을 3자유도인 Roll, Pitch, Bounce동작으로 구현할 수 있도록 설계하였으며, 정밀한 모션 제어를 위해 3축 서보모터를 사용하고 모든 조인트 부분은 유니버설 조인트를 이용해 동력이

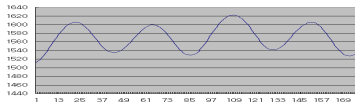
원활하게 전달될 수 있도록 하였고, 조인트는 Roll, Pitch, Bounce 동작 외에 뒤틀림 방지를 위해 사용되었다.



a) 말의 z-축 동작분석결과



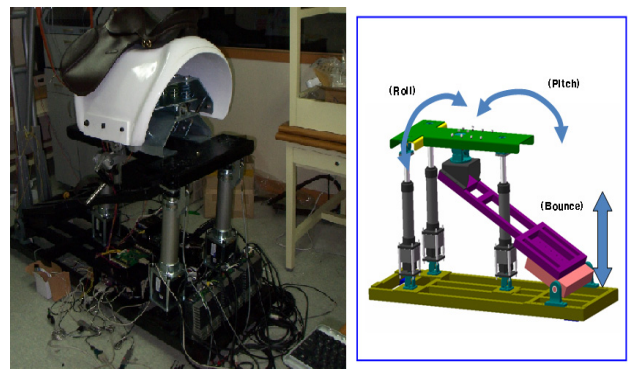
b) 말의 x-축 동작분석결과



c) 말의 y-축 동작분석결과

<그림 1> 말 동작(속보) 모션 데이터 분석 결과

본 연구에서는 승마 동작을 기준으로 평보, 좌속보, 경속보로 구분하여 동작을 구현하였으며 각각의 동작에 직진과 좌우 회전을 추가 할 수 있도록 하였다. 또한 정밀한 승마 모션 제어를 위하여 여러 종류의 동작동작시 발생하는 충격을 안장에 부착된 선경이 상이한 스프링이 흡수하여 사용자에게 가해지는 충격을 최소화시키고 동시에 스프링의 상하, 전후, 좌우 탄성력을 통해 모션 베이스의 동작이 사용자가 실제 승마를 하는 느낌을 받을 수 있도록 설계하였다. 스프링의 선택은 FET방법을 통하여 구조 해석 후 최적의 스프링의 탄성 계수를 도출한 후에 스프링 안장 센서를 설계하였다. 그림2에서는 3-DOF의 안장구조를 보여주고 있다.









<그림 2> 3Dof 안장 메카니즘

승마시의 승마동작 구현을 위하여 승마자의 의지 반영 모션 생성용 메카니즘의 최적화 설계 기술을 연구 개발하여 이를 승마 로봇에 구현하였다. 승마 모션의 검증과 실험에서 Roll(±12Deg), Pitch(±12Deg), Bounce(0.05m)의 범위가 동작될 수 있도록 3D 시뮬레이션을 통해 확인, 검증하고 중앙 조인트를 잡고 있는 프레임 길이를 조절 할 수 있도록 하여 모션 구현에

용이하게 설계, 구현하였다. 또한 이를 바탕으로 승마로봇에 적용하여 성능을 검증하였다. 정밀 Riding 모션 모델링을 통한 가용 액추에이터 위치/속도 제어 플랫폼, 제어 신호 컨트롤 미들웨어 및 위치/속도 제어 기반 기술을 개발하였으며, 개발된 12개 통신 표준함수가 적용된 Riding 모션 통합 SDK에 기반을 둔 Task Manager 개발 및 통합 제어 D/B 인터페이스 표준 프로토콜을 개발하였다. Limit Switch 적용을 통한 사용자 안전성 보장 위험상황 Safe Logic 제어 기술과 Riding 모션 생성 통합 Sensing Structure 인터페이스 기술을 개발하였다.

<표 1> 사용자 의지 반영 승마모션 실험 결과

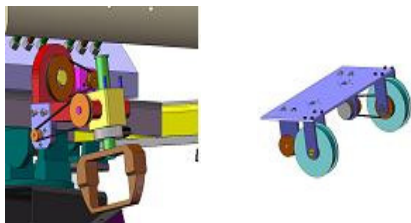
승마 동작	기 준 치	모션 베이스 동작	모션 동작범위 실측사진
	측정결과		
Roll	±12Deg		
	±21Deg		
Pitch	±12Deg		
	±21Deg		
Bounce	±0.05m		
	±0.15m		

2.2 안장의 구조

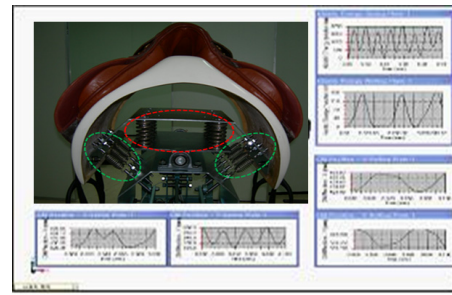
그림 3.과 그림 4.에서 보여주고 있는 것과 같이 말의 안장형태와 유사한 구조의 안장 메카니즘을 개발하였다. 정밀 포텐서미터를 이용한 안장의 각도 및 박차, 고삐 센싱 메커니즘 설계 및 개발하였다. 실제 승마안장에 센서 장착으로 인하여 사용자의 승마 자세 feedback 기술을 개발하였다.



<그림3> 안장센싱 구조설계



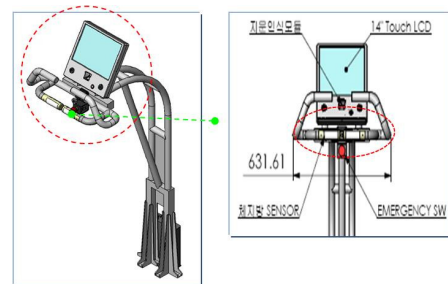
<그림4> 등자세(좌) 센싱 메커니즘과 고삐(우) 센싱 메커니즘



<그림 5> 스프링 안장 구조와 동작결과

2.5 생체신호 처리용 Handle메커니즘.

사용자 인식 기반의 모니터 탑재형 인간친화형 Handle 메커니즘을 개발했다. RideBot에 탑승하는 인간의 동작을 고려해 인체 친화적인 메커니즘으로 설계되었으며, 전체적인 디자인은 곡선으로 표현해 부드러움을 강조함과 동시에 핸들에 1자유도를 추가해 탑승하는 사람의 신장에 따라 높낮이를 조절할 수 있도록 하였다. 핸들에서는 사용자 인식을 위한 센서 인터페이스 기술을 개발하였으며 RideBot에 탑승하는 사람의 운동 정보와 생체 데이터 등을 관리하기 위해 지문 인식모듈을 이용한 사용자 인식 센서 인터페이스를 구축하였으며, 탑승자는 모니터에 설치된 지문 인식 스캐너를 통해 쉽게 사용자를 등록, 인식 할 수 있고, 컴퓨터와의 인터페이스를 통해 사용자 정보와 데이터를 관리할 수 있다. 지문 인식 모듈은 400MHz의 DSP를 탑재해 3초 이내에 사용자를 인식할 수 있고, 4MByte Flash에 200명 이상의 사용자 정보를 기록할 수 있으며, 지문 인식 스캐너는 광학식의 500dpi 해상도를 가지고 있어 사용자를 90%이상 인식할 수 있다. 모니터는 사용자 편의성을 위해 터치스크린을 장착하였고, 사용자에게 여러 음성 정보를 제공하기 위해 2채널 스피커를 내장하였으며, 사용자가 측정한 생체 신호는 사용자별 데이터베이스에 저장되어 그래프로 표현되므로 직관적으로 자신의 건강상태를 분석할 수 있도록 설계하였다.



3. 결 론

본 논문에서는 말의 승마 동작을 기반으로 한 승마용 로봇의 개발과 승마자의 생체신호인식을 통한 헬스케어기능이 부가된 RideBot의 구조와 성능에 관하여 설명하였다. 말과 같은 형태의 승마가 가능한 승마형 로봇인 RideBot의 개발에서 승마동작은 안장의 승마동작이 말과 같은 Pitch, Roll, Bounce의 3자유도를 갖는 말과 같은 구조의 안장메카니즘을 개발하였으며, 승마동작의 모션 메카니즘은 사용자 의지기반의 Riding 모션 생성용 3DOF(Roll, Pitch, Bounce) 메커니즘을 갖는다. 다중 모션 패턴 연동을 위한 메커니즘 유연화와 Sensing Structure 연동형 Riding 모션 제어를 구현하였다. 또한, 다기능 핸들에 인간 생체정보인 혈압, 맥박, 체지방, 그리고 체온 정보들의 피드백 기능과 사용자 인식 기능을 함께 내장하여 승마자의 현재 건강상태와 과거 운동 이력을 종합 분석하고, 적절한 운동 모션을 부가하여 운동 효과를 보게 하며, 인간 생체신호 및 감성을 파악하여 적절한 운동과 건강 증진을 수행할 수 있도록 하였다.

실제 말의 움직임 동작을 다각도로 분석하여 구현을 진행하였으나, 운동의 현실감을 높이기 위하여 여러 가지 더욱 추가적인 motion이나 Sound등의 효과가 필요할 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

[1] 전재현, 양지열 조효민, 전승배, 임승우, “CLS 시스템의 제어 알고리즘 테스트를 위한 플랫폼 개발”, 제어자동화시스템 심포지엄 논문집, p690-693, 2007