

근육 상태를 고려한 운동이 가능한 근전도 신호 반응형 보행 재활 로봇 시스템 개발

박상일¹, 문창수^{2,3}, 권언혁¹, 김성원³, 노시철^{3*}

¹(주)광원메디텍 기업부설연구소, ²(주)케이알메디 기업부설연구소,
³(주)케이엠지 기업부설연구소

Development of Electromyographic Signal Responsive Walking Rehabilitation Robot System Enables Exercise Considering Muscle Condition

Sang-Il Park¹, Chang-Su Mun^{2,3}, Eon-Hyeok Kwon¹, Seong-Won Kim³, Si-Cheol Noh^{3*}

¹Affiliated Research Institute, Kwangwon Meditech Co., Ltd.

²Affiliated Research Institute, KR Medi Co., Ltd.

³Affiliated Research Institute, KMG Co., Ltd.

요약 고령화의 심화, 사회참여 욕구의 확대, 삶의 질 향상과 관련하여 장애인과 고령자를 위한 재활 로봇에 대한 관심이 커지고 있다. 최근 고령 및 장애 인구의 증가와 함께 간병인 또는 보호자의 감소 추세에 따라 더 관심이 증대되고 있다. 이에 이러한 변화에 맞는 경제적이면서도 효율적인 재활훈련이 가능한 능동형 보행훈련 로봇의 개발이 요구된다. 이에 본 연구에서는 두 다리의 관절을 움직이는 근육 6 부위에서 근전도를 획득하고, 이를 분석하여 개인의 근육 상태를 고려하여 보행 재활이 가능한 운동 로봇 시스템을 제안하였다. 이를 통하여 단순히 자동으로 보행 운동이 제공될 때 환자의 의지가 반영되지 않아 운동의 효과가 낮아지는 것을 방지할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 개발된 시스템의 평가 결과 본 연구를 통해 제작된 보행 재활 로봇 시스템이 설계 요구사항에 적합한 성능을 갖추었음을 확인할 수 있었으며, 사용성 평가에서도 종합적으로 만족스러운 것으로 확인되었다. 본 연구의 결과는 보행 재활에 어려움을 겪고 있는 환자들에게 큰 도움이 될 것으로 생각되며, 근전도 신호 기반 보행 로봇 시스템 개발에 도움이 될 것으로 판단된다.

• 주제어 : 고령화, 보행 재활, 근전도 반응형, 재활 로봇, 보행 운동 시스템

Abstract In this study, electromyography was obtained in the six muscle areas that move the joints of the two legs, and by analyzing it, an exercise robot system capable of gait rehabilitation was proposed in consideration of the individual's muscle state. Through this, the system was constructed to prevent the effect of exercise from decreasing because the patient's will was not reflected when walking exercise was simply provided automatically. As a result of the evaluation of the developed system, it was confirmed that the pedestrian rehabilitation robot system manufactured through this study had performance suitable for the design requirements, and it was also confirmed that the usability evaluation was comprehensively satisfactory. The results of this study are thought to be of great help to patients who are having difficulty in gait rehabilitation, and are believed to be helpful in the development of electromyography signal-based gait robot systems.

• Key Words : Ageing, Pedestrian rehabilitation, Electromyography responsive, Rehabilitation robot, Walking exercise system

Received 03 April 2023, Revised 24 May 2023, Accepted 30 May 2023

* Corresponding Author Si-Cheol Noh, Affiliated Research Institute, KMG Co., Ltd., 117, Seogimhaesandan-gil, Gimhae, Gyeongnam, 50967, Korea. E-mail: nscblue@gmail.com

I. 서론

우리나라를 포함하여 대부분의 선진국이 2026년을 전후로 초고령사회(65세 이상 인구가 총인구의 20% 이상)로의 진입이 예상되고, 2050년 우리나라는 세계에서 가장 늙은 국가가 될 것으로 전망된다. 대표적 노인성 질환인 뇌졸중과 치매는 한 가족뿐만 아니라 사회적으로도 많은 비용 부담이 되는 질병으로 뇌졸중의 경우 매년 10만 명 이상 발병하고, 65% 이상이 지속적 장애로 고통받으며 이로 인한 사회적 비용도 매년 10조가 든다고 보고되고 있다. 이러한 이유로 다양한 형태의 재활 로봇 개발되고 요구되고 있는데, 시장 또한 매우 빠르게 확대되고 있다. 우리나라에서도 만성질환 및 각종 사고와 재해 등으로 장애 인구가 지속해서 증가하고 있고 보건의료서비스에 대한 수요도 증가하여 장애의 관리 및 치료와 관련된 사회적 부담도 날로 커지고 있다[1-2]. 이에 따라 2015년 12월 ‘장애인 건강권 및 의료접근성 보장에 관한 법률과 장애인·노인 등을 위한 보조기기 지원 및 활용촉진에 관한 법률’이 공포되어 장애인 건강보건관리종합계획이 수립되었으며, 장애인 건강관리사업, 중앙장애인보건의료센터 구성 등이 추진되고 있다[3].

장기적 관점에서 재활 보조 로봇을 포함한 재활보조기구의 연구개발 및 그 결과의 임상 적용은 실제 장애인의 건강 관련 서비스와 더불어 산업적, 복지적 관점에서 중요한 이미지를 할 것으로 보고되고 있다 [4-5].

현재 상용화된 보행 훈련 장치는 가속도, 부하 제어 등 효율적인 보행을 위한 많은 연구가 선행되어 정형용 관절 운동 장치, 보행 보조장치 등 다양한 형태로 상용화 되고 있다[6-7]. 그러나 보행 훈련이 마비 환자에 적용된다는 특성상, 기계적 관절과 인체 관절을 효율적으로 일치화하고 착·탈이 용이 하며 집중적인 재활 치료가 가능 하느냐는 매우 중요한 요소지만 이에 대한 연구는 미비한 실정이다[8].

이에 본 연구에서는 두 다리의 관절을 움직이는 근육 여섯 부위(양측 다리의 전대퇴근, 내측대퇴근, 장딴지근)에서 근전도를 획득하고, 이를 분석하여 개인의 근육 상태를 고려하여 보행 재활이 가능한 운동 로봇 시스템을 제안하였다. 이를 통하여 단순히 자동으로 보행 운동이 제공될 때 환자의 의지가 반영되지 않아 운동의 효과가 낮아지는 것을 방지할 수 있도록 시스

템을 구성하였다. 제안된 기술을 적용한 시스템을 제작하였으며, 제작된 시스템에 대하여 성능 및 사용 만족도 평가를 통하여 제안된 치료 시스템의 유효성을 평가하였다.

II. 시스템 디자인 및 제작

2.1 보행 재활 로봇 시스템 제작

제작된 보행 재활 로봇 시스템은 메인프레임 및 구동시스템, 제어시스템, 환자 이동 시스템, 기타 구동부로 구성하였다. 메인프레임 및 구동시스템은 엉덩관절(고관절), 무릎관절, 발목관절 구동 장착 시스템과 하네스를 체결하여 환자를 로봇에 탑승시키기 위한 리프팅 장치로 구성되었다. 환자의 체형을 고려하여 관절 프레임을 다리 길이에 맞게 조절할 수 있도록 액추에이터를 장착하였으며, 환자 이동 시스템은 휠체어 등의 의자에서 직접 환자를 옮길 수 있도록 앞, 뒤로 이동이 가능하도록 설계하였다. 그림 1은 본 연구에서 개발된 보행 재활 로봇 시스템의 모습을 보여주고 있다.



Fig. 1. Appearance of developed system in this study

근전도는 환자의 근육 상태를 평가하는 방법으로 활용도가 높지만 재활 운동 시 불필요한 기기의 연결은 운동 효과를 떨어뜨릴 수 있다. 이에 본 연구에서는 소형의 무선 근전도 모듈을 개발하였으며, 양쪽 다리의 각 관절에 대응하기 위하여 6개의 채널을 동시에 모니터링 할 수 있도록 시스템을 제작하였다. 통신방식은 블루투스를 사용하였으며, 스마트폰과의 호환성을 높이기 위해 마이크로 USB를 이용한 유선 또는 무선 통신 및 충전이 가능하도록 하였다.

2.2 구동 소프트웨어 개발

본 연구에서 제안한 보행 재활 시스템은 크게 3가지 방법으로 재활 치료 효과를 기대할 수 있도록 하였다. 시스템의 동작 모드는 수동제어 모드와 수동운동 모드, 능동운동 모드로 구분하였다.

수동 제어모드는 재활 초기 환자 스스로 보행 운동을 할 수 없으며, 완전한 보행 운동이 곤란한 환자를 대상으로 하였다. 시술자(치료사)가 관절별 독립적으로 원하는 정도만 운동할 수 있도록 하여 기본적인 재활 치료 방법을 적용하였다. 그림 2는 수동제어 모드의 인터페이스를 보여주고 있다.



Fig. 2. User interface of Manual control mode

수동운동 모드는 보행 운동이 가능할 정도로 각 관절의 움직임에 무리가 없는 환자를 대상으로 하였다. 시스템에 탑승한 환자가 스스로 걷는 동작을 하지 않고 시스템이 지정된 관절을 지정된 각도만큼 반복적으로 운동시켜 주도록 하였다. 치료 시스템에서는 운동 시간, 운동 속도, 운동 부위를 선택할 수 있도록 하였으며, 각 운동 부위별 움직이는 각도를 설정하여 환자의 치료 정도에 맞춰 보행 재활 효과를 제공할 수 있도록 하였다. 그림 3은 수동운동 모드의 사용자 인터페이스를 보여주고 있다.

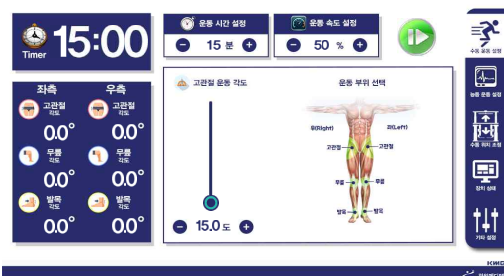


Fig. 3. User interface of Manual exercise mode

능동운동 모드는 재활 환자가 보행 운동을 하기 위해 자기 근육을 움직일 때 사용하는 근육에 반응하여 해당하는 관절을 지정된 각도만큼 움직이도록 하여 운동 효과를 높일 수 있도록 개발하였다. 즉, 운동 부위(고관절, 무릎, 발목)에 임계값(환자가 능동적으로 운동하여야 하는 최소한의 값)을 설정하고, 환자가 능동적 운동으로 해당 임계값에 도달하였을 때 최대 운동 각도까지 운동을 시켜주는 행동을 반복하여 근육 회전 각도를 점진적으로 향상하는 것을 목적으로 하였다. 그림 4는 능동운동 모드의 사용자 인터페이스를 보여주고 있다.



Fig. 4. User interface of Active exercise mode

III. 시스템 평가

본 연구를 통하여 제작된 시스템의 유효성을 평가하기 위하여 설계 요구조건에 성능을 평가하였다. 성능평가는 구동 각도의 정확성, 부하 하중 내성, 근전도 통신거리, 근전도 측정 감도를 평가하였다.

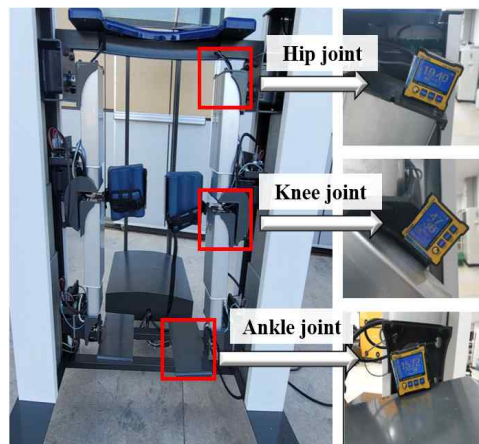


Fig. 5. Experimental set-up for driving angle accuracy assessment

구동 각도의 정확성은 고관절의 경우 $-10 \sim 35^\circ$ 범위, 무릎 관절은 $0 \sim -60^\circ$ 범위, 발목 관절은 $-15 \sim 15^\circ$ 범위에서 설정값의 $\pm 10\%$ 이하를 관리범위로 결정하였다. 정확도 평가를 위하여 각 관절(고관절, 무릎, 발목)의 관리 범위 내에서 4개 설정값(각도)을 결정한 후 시제품의 컨트롤 모듈을 이용하여 해당 각도로 이동시킨 뒤 각도계를 이용하여 측정하였다.

해당 관절 부위 별로 3회 측정하였으며, 평균 오차와 오차율을 계산하여 평가하였다. 그림 5는 구동 각도의 정확성 평가를 위한 시험방법을 보여주고 있으며, 표 1부터 표 3은 관절별 시험 결과를 보여주고 있다. 평가 결과 고관절 구동부의 오차율은 3.37%, 무릎관절 구동부의 오차율은 3.83%, 발목관절 구동부의 오차율은 4.36%로 확인되었으며, 모두 목표 기준에 적합한 것으로 판단되었다.

Table 1. Accuracy assessment results for hip joint

	average	SD	error rate(%)
-10°	-9.733	0.046	2.67
-5°	-4.673	0.145	6.53
20°	19.373	0.031	3.13
35°	34.593	0.201	1.16
Total average error rate(%)			3.37

Table 2. Accuracy assessment results for knee joint

	average	SD	error rate(%)
-15°	-14.807	0.356	1.29
-30°	-31.087	1.131	3.62
-45°	-47.293	0.663	5.10
-60°	-63.180	0.712	5.30
Total average error rate(%)			3.83

Table 3. Accuracy assessment results for ankle joint

	average	SD	error rate(%)
-10°	-15.533	0.172	3.56
-5°	-7.760	0.399	3.47
20°	7.807	0.162	4.09
35°	15.947	0.370	6.31
Total average error rate(%)			4.36

본 연구에서 제안된 시스템은 보행 재활 운동이 필요한 환자를 대상으로 하기 때문에, 스스로 보행 로봇에 탑승하는 데 어려움이 있다. 이에 휠체어 또는 의자에서 운동 장비로 환자를 옮기기 위한 장치가 필요하다. 이때 이송부는 충분한 안정성을 제공해야 하므로 본 연구에서는 이송부의 성능을 150kg 이상의 부하에서 10분 이상 견딜 수 있도록 설계하였다. 성능평가를 위하여 시험 제품에 하네스를 장비와 체결하고 표준 분동을 목뿔값(150kg) 이상 올려 유지한 후 10분 뒤 이송부의 파손 또는 변형을 관찰하였다. 3회 측정 결과 이송부의 파손 또는 변형은 관찰되지 않았다. 그림 6은 이송부의 부하 하중 내성 평가를 위한 시험 방법을 보여주고 있다.



Fig. 6. Experimental set-up for load tolerance assessment

개발된 무선 근전도 모듈의 성능을 평가하기 위하여 EMG 신호 전송이 가능한 통신거리와 신호 감도를 평가하였다. 모듈의 통신거리는 10m 이상을 목표로 하였으며, 측정 감도는 3.5mV 이하 신호에 대하여 설정값의 $\pm 10\%$ 이하를 목적으로 하였다.

통신거리는 피험자의 팔에 전극을 부착하고 근전도 기기를 파지시킨 후 개방된 공간에서 직선거리로 10m 떨어진 곳에서 근전도 모니터링 장치에서 피험자가 근육을 움직였을 때 측정되는 신호가 수신되는지 여부를 확인하여 평가하였다. 3회 측정에서 모두 근전도 신호가 수신됨이 확인되었다. 그림 7은 통신거리 평가를 위한 시험 모습을 보여주고 있다.



Fig. 7. Experimental set-up for Communicable distance assessment

EMG 측정감도는 50-200Hz 범위에서 4개의 주파수를 선택한 후(50Hz, 100Hz, 150Hz, 200Hz) 근전도 모듈에 함수 발생기를 이용하여 해당 주파수의 3.5mV 이하의 정현파를 입력하고 (1.0mVp-p, 2.0mVp-p, 3.0mVp-p, 3.5mVp-p), 모니터링 장치에서 신호의 전압 값이 시험 기준에 적합한지 확인하여 평가하였다. 평가 결과 측정 신호의 평균 오차율은 3.18%로 개발된 시스템의 성능이 적절함을 확인할 수 있었다. 그림 8과 표 4는 측정 감도 평가를 위한 시험방법과 시험 결과를 보여주고 있다.



Fig. 8. Experimental set-up for sensitivity assessment

Table 4. Result of measurement sensitivity assessment

set value	error rate (%)				average error
	50Hz	100Hz	150Hz	200Hz	
3.5mV	2.09	-1.83	-3.40	-9.26	3.18 %
3.0mV	-0.03	-1.27	-3.37	-8.93	
2.0mV	-0.90	-1.45	-2.65	-8.80	
1.0mV	0.60	-0.90	-2.80	-2.60	

IV. 사용 만족도 평가

본 연구에서 제안된 시스템의 유효성을 평가하고, 사용 시 편의성을 평가하기 위하여 사용 만족도 평가를 수행하였다. 제작된 시스템의 특성 및 사용 방법을 중심으로 설계된 시나리오를 피험자가 사용자가 직접 수행함에 따라 발생하는 안전성, 조작 및 기능성, 편의성(만족도)을 확인하기 위한 목적으로 수행되었다. 8개의 지시사항으로 구성된 사용시나리오를 수행하는 작업수행 평가와 3개 범주 17개 문항으로 구성된 사용 만족도를 평가하도록 하였다. 표 5는 사용된 시나리오를 보여주고 있다.

Table 5. Scenarios for Use Satisfaction Assessment

task	Detailed work
1	Turn on the power and enter each exercise mode screen.
2	Operate the patient lifting device forward/backward, up/down.
3	Move for each joint in manual motion mode.
4	Set the speed to 50% in automatic motion mode.
5	Set the driving time to 20 minutes in the automatic motion mode.
6	Set the EMG signal to be received.
7	Try pressing the emergency stop switch during operation.
8	Try moving (initializing) the equipment to the initial position of the motor in the manual motion mode.

사용 만족도 평가는 부산테크노파크 의료산업기술지원센터 간의 시험실에서 10명을 대상으로 수행되었으며, 시험 환경은 온도 23-25℃, 습도 45-55%R.H. 평가 참여자 평균 연령 48±14.61세 (25세-65세), 신장 169.4±5.02cm (164cm-182cm), 몸무게 67.6±7.69kg (55kg-81kg)으로 확인되었다. 그림 9는 만족도 평가 모습을 보여주고 있다.



Fig. 9. Example of satisfaction evaluation

표 6과 표 7은 피험자 역할에서 안전성에 대한 만족도 평가 문항과 결과를 보여주고 있으며, 표 8과 표 9는 조작자 역할에서 조작 및 기능성에 대한 만족도 평가 문항과 결과, 표 10과 표 11는 조작자 역할에서 편의성에 대한 만족도 평가 문항과 결과를 보여주고 있다.

Table 6. Satisfaction with safety evaluation questions in the subject's role

no	Question
1	Is the movement unstable in manual exercise mode?
2	Are there any inconveniences in the automatic exercise mode?
3	Is the footrest stable when operating in exercise mode?
4	Isn't the tightening of the harness too strong?
5	Does it hurt when it's lifted?
6	Do you have any anxiety when you come down from the exercise device?
7	Are there any risk factors such as collision during the operation of the equipment?

Table 7. Result of satisfaction with safety evaluation questions in the subject's role

no	good ← Score → bad					average
	5	4	3	2	1	
1	6	4	0	0	0	4.6
2	5	4	1	0	0	4.4
3	7	3	0	0	0	4.7
4	6	2	2	0	0	4.4
5	6	2	2	0	0	4.4
6	7	2	1	0	0	4.6
7	8	2	0	0	0	4.8
Total average						4.56

Table 8. Satisfaction assessment questions for manipulation and functionality in the role of the operator

no	Question
1	Is the button for setting each exercise mode easy to find?
2	Is the icon shape of the setting screen suitable for understanding the behavior?
3	Wasn't the composition of each screen complicated?
4	Was the screen size and location appropriate?
5	When the patient was on board, was there any safety objection to running the equipment?

Table 9. Result of satisfaction assessment questions for manipulation and functionality in the role of the operator

no	good ← Score → bad					average
	5	4	3	2	1	
1	7	2	1	0	0	4.6
2	6	3	1	0	0	4.5
3	5	4	1	0	0	4.4
4	8	2	0	0	0	4.8
5	6	2	2	0	0	4.4
Total average						4.54

Table 10. Satisfaction assessment questions for convenience in the role of operator

no	Question
1	Is the size of the product appropriate?
2	Is each menu on the screen appropriate?
3	Do you feel any discomfort or anxiety when you move?
4	Is it easy to operate the desired motion?
5	Are there enough safety devices?

Table 11. Result of satisfaction assessment questions for convenience in the role of operator

no	good ← Score → bad					average
	5	4	3	2	1	
1	7	2	1	0	0	4.6
2	8	2	0	0	0	4.8
3	6	2	2	0	0	4.4
4	7	2	1	0	0	4.6
5	9	1	0	0	0	4.9
Total average						4.66

사용성 평가 평가항목별 5점 기준 평균 시 안전성 항목은 4.56점, 조작 및 기능성 항목은 4.54점, 편의성 (만족도) 항목은 4.66점으로 확인되었으며, 이를 통하여 개발된 제품의 사용성은 대체로 만족스러운 것으로 판단되었다. 제품의 안전성 항목 관련해서 만족스럽다는 답변이 다수였으나 큰 크기에 의한 동작의 망설임이 있다는 의견이 있었으며, 조작 및 기능성과 관련한 항

목과 관련해서 적절한 화면과 직관적인 아이콘으로 동작의 어려움이 없다는 의견이 대부분이었다. 근전도 측정 모드는 생소함으로 인해 조금 어려움이 있었다고 확인되었으며(n=2), 사용의 안정성에 대해서는 전반적으로 만족스럽다고 답하였다. 안전장치도 충분히 적용되었다고 설문조사로 확인되었다(n=8).

종합적으로 재활 보행 로봇 사용 시 만족스럽다는 의견이 많이 나왔으나 크기와 움직임에 대한 거부감을 줄이기 위한 사전 교육이 추가된다면 추가로 발견되는 위험 사항은 없을 것으로 생각되었으며, 향후 시스템 개선을 통해 보완할 수 있을 것으로 판단되었다.

V. 결론

고령화의 심화, 사회참여 욕구의 확대, 삶의 질 향상과 관련하여 장애인과 고령자를 위한 재활 로봇에 대한 관심이 커지고 있다. 최근 고령 및 장애 인구의 증가와 함께 장애인 또는 보호자의 감소 추세에 따라 더 관심이 증대되고 있다. 이에 이러한 변화에 맞는 경제적이면서도 효율적인 재활훈련이 가능한 능동형 보행훈련 로봇의 개발이 요구된다.

본 연구에서는 두 다리의 관절을 움직이는 근육 6부위에서 근전도를 획득하고, 이를 분석하여 개인의 근육 상태를 고려하여 보행 재활이 가능한 운동 로봇 시스템을 제안하였다. 이를 통하여 단순히 자동으로 보행 운동이 제공될 때 환자의 의지가 반영되지 않아 운동의 효과가 낮아지는 것을 방지할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 개발된 시스템의 평가 결과 본 연구를 통해 제작된 보행 재활 로봇 시스템이 설계 요구사항에 적합한 성능을 갖추었음을 확인할 수 있었으며, 사용성 평가에서도 종합적으로 만족스러운 것으로 확인되었다.

본 연구의 결과는 보행 재활에 어려움을 겪고 있는 환자들에게 큰 도움이 될 것으로 생각되며, 근전도 신호 기반 보행 로봇 시스템 개발에 도움이 될 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 2021년 중소벤처기업부의 지역특화산업 육성(R&D)-지역주력산업육성 사업(S3092384)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

REFERENCES

- [1] S. W. Lee, "Physical Examination of Arthritis", The Korean Journal of Medicine, vol. 83, no. 2, pp. 162-173, 2012.
- [2] E. H. Jang, S. Y. Chi, J. Y. Lee, et. al., "Gait Phases Detection from EMG and FSR Signals in Walking", Journal of the science of emotion & sensibility, vol. 13, no. 1, pp. 207-214, 2010.
- [3] A. L. Hof, H. Elzinga, W. Grimmius, et. al., "Detection of non-standard EMG profiles in walking", Gait Posture, vol. 21, March, pp. 171-177, 2005.
- [4] Y. J. Lee, Y. J. Chee, "Evaluation Method of Physical Workload in Overhead Lifting Posture Using Surface EMG Analysis", Journal of Biomedical Engineering Research, vol. 32, pp. 328-335, 2011.
- [5] S. H. Shin, "The Effect of Physical Characteristic, Lower Body Muscle Mass, Muscle Strength on Short Physical Performance Test, Walking Daily and Gait Performance in Older Adults," The Korean Journal of Physical Education, vol. 56, no. 5, pp. 735-745, 2017.
- [6] S. Y. Kim, L. Yang, I. J. Park, et. al., "Effects of Innovative Walkbot Robotic-Assisted Locomotor Training on Balance and Gait Recovery in Hemiparetic Stroke: A Prospective, Randomized, Experimenter Blinded Case Control Study with a 4-Week Follow-Up," IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, vol. 23, no. 4, pp. 636-642, 2015.
- [7] J. Hidler, D. Brennan, I. Black, et. al., "ZeroG: Overground Gait and Balance Training System," J Rehabil Res Dev, vol. 48, no. 4, pp. 287-298, 2011.
- [8] H. S. Seo, Y. W. Sung, "Optimal Manipulation for a Hexapod Walking Robot". Journal of the institute of signal processing and systems vol. 16 no. 4, pp. 168-174, 2015.

저자소개

박 상 일 (Sang-II Park)



1988년 3월 : 동아대학교 정치학
(정치학사)
1998년 12월~ 현재 : (주)광원메디텍
대표이사
관심분야 : 재활기기, 복지기기,
소아용 재활기기, 보행 재활

문 창 수 (Chang-Su Mun)



2020년 2월 : 부산디지털대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2020년 8월 ~현재: 인제대학교
의용공학과(석박사통합과정)
2009년 12월~2016년12월 :
거명(KMG) 대표
2020년 01월~현재 : (주)KR 메디
대표이사
1997년 11월~현재 : (주)케이엠지
대표이사
관심분야 : 치과용 마취기, 생체
전기 치료장치, 초음파 자극기,
전자약

권 언 혁 (Eon-Hyeok Kwon)



2016년 3월 : 안동과학대학교
의공학과(공학사)
2016년 10월~현재 : (주)광원메디텍
기업부설연구소 연구원
관심분야 : 재활기기, 복지기기,
보행 재활, 재활 로봇

김 성 원 (Seong-Won Kim)



2013년 2월 : 부경대학교
기계자동차공학과(공학학사)
2015년 2월 : 부경대학교
기계설계공학과(공학석사)
2015년 9월~2018년 6월 :
(주)리라이브 연구원
2018년 6월~2020년 2월 :
(주)거명 책임연구원
2020년 6월~현재 : (주)케이엠지
기업부설연구소 연구실장
관심분야 : IPMSM, BLDC 모터
제어, 의료기기, 의료 및 가정용
IOT, 근전도신호측정기

노 시 철 (Si-Cheol Noh)



2002년 3월 : 인제대학교
의용공학과(공학사)
2004년 3월 : 인제대학교
의용공학과(공학석사)
2011년 3월 : 인제대학교
의용공학과(공학박사)
2011년 3월~2018년 12월 :
한국국제대학교 방사선학과 교수
2019년 10월~현재 : (주)케이엠지
기업부설연구소 연구소장
관심분야 : 치료초음파, 초음파
캐비테이션, 생체신호 분석,
재활/복지기기, 의료영상 분석