

강화학습 적용 동물 웨어러블 로봇 설계 및 개발

이상수, 김영찬, 권인아, 이준영

명지대 수학과

명지대 전자공학과

명지대 전자공학과

명지대 토목공학과

sshlee@naver.com, Kyc20126@naver.com, dlraud7897@naver.com,

junyounglee2002@naver.com

Apply reinforcement learning of animal wearable robot design and development

Sang-soo Lee¹, Young-Chan Kim², In-A Gwan³, Jun-Young Lee⁴

¹Dept. of Mathematics, Myung-Ji University

²Dept. of Electrical Engineering, Myung-Ji University

³Dept. of Electrical Engineering, Myung-Ji University

⁴Dept. of Civil Engineering, Myung-Ji University

요 약

본 연구는 동물을 위한 웨어러블 로봇을 개발하고, 이를 상황에 따라 적절한 보행을 제어할 수 있도록 강화학습(DQN 알고리즘)을 적용한다. 다양한 센서를 동물에 부착하여 얻은 데이터를 DQN 알고리즘에 입력으로 사용한다. 이 알고리즘은 수집된 데이터를 분석하여 어떤 상황에서 어떤 종류의 보행이 가장 적절한지를 판단하고, 이를 로봇에 적용하여 동물의 보행을 자연스럽게 구현한다

1. 서론

최근 강화학습(Reinforcement Learning, RL) 및 인공지능(Artificial Intelligence, AI)에 대한 연구가 활발하게 진행되며 관련 분야가 다양하게 적용되고 있다. 본 논문에서는 강화학습 알고리즘을 웨어러블 로봇에 상황별 보행을 선택 및 출력하는데 적용함으로써 로봇이 다양한 상황에서 다른 보행을 출력하여 목표 보행을 할 수 있도록 하는 시스템을 구축하여 제시하고자 한다.

2. 웨어러블 로봇 개발

본 연구에서의 동물 웨어러블 로봇은 주로 동물의 보행 이동을 보조하거나, 다치거나 마비로 인한 동물의 뒷다리를 위한 재활에 초점이 맞춰져 있다. 전통적인 프로그래밍 방법으로는 불규칙한 센서값과 움직임 구현해내기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 강화학습을 적용 로봇이 동물의 행동과 환경에 민첩하게 대응하고자 한다.

3. 하드웨어 디자인과 구현

본 개발을 통해 설계한 동물 웨어러블 로봇의 하드웨어 구조는 [그림 1]과 같으며, 모듈은 강아지의 다리 길이, 크기 그리고 관절 구조에 따라

맞춤이 가능하며 이를 통해 다양한 크기와 형태의 동물에게 적용할 수 있는 유연성을 제공한다. 또한 동물이 로봇을 편안하게 착용할 수 있으면서도 보행을 보조 및 수행할 수 있도록 설계하였다.

추후 쿠션을 부착하여 착용감을 향상 시키고자 한다.

[그림 1] 웨어러블 로봇 모델링

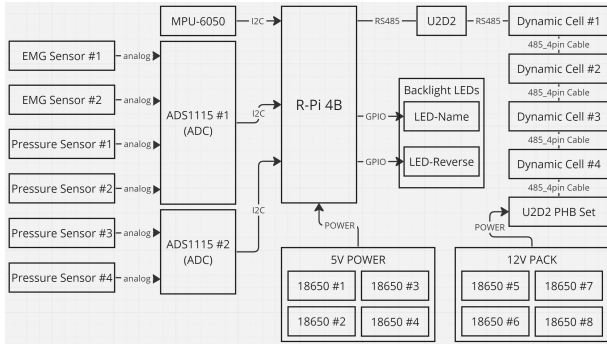


[그림 2]의 하드웨어 설계도와 같이 각 다리마다 2개의 모터를 배치하였으며 모터는 XC430-W150이다. 센서로는 근전도 센서(SEN0240) 및 압력센서(FSR)를 사용하였으며 전용 PCB를 라즈베리파이 쉘드 형태로 설계, 제작하여 라즈베리파이와 회로의 결합을 쉽게 할 수 있도록 하였다. 몰렉스 커넥터로

연결되며 출력 장치에는 LED 이름표 후미등이 있다.

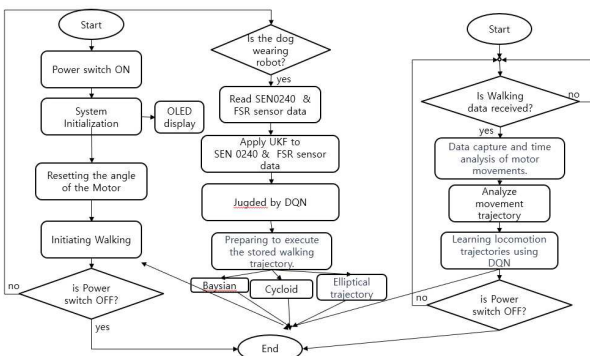
[그림 2] 하드웨어 설계도

3. 소프트웨어의 개발 및 구현



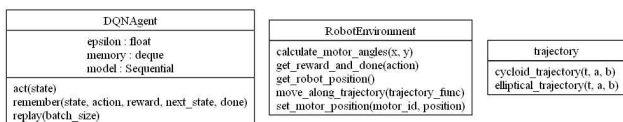
동물마다 걷는 모션, 보행의 궤적들이 모두 다를 것이기 때문에 모든 궤적에 대해서는 적용을 하지 못했지만 대표적인 보행 곡선인 사이클로이드, 타원 궤적 이 두 가지를 이용하여 보행을 실현 및 구현하고자 하였다. 현재 완벽하게 구현된 부분은 아니지만 DQN 알고리즘을 활용하여 센서를 통한 보행 상태를 감지하고 상황에 맞는 궤적을 선택하고자 한다. 또한 이를 라즈베리파이에서 돌리기 위하여 신경망을 1차적으로 2Layer 만 설정하였으나 이렇게 되면 학습이 잘되지 않을 것이므로 추후 Layer의 Dense를 높이고 Layer 또한 높여 최적의 계산을 위한 Layer 수를 찾고자 한다. 웨어러블 로봇의 소프트웨어의 흐름은 [그림 3]과 같다.

[그림 3] 알고리즘 순서도



코드설계는 객체지향 프로그래밍을 원칙으로 우리는 UML의 ClassDiagram을 사용하여 주요 클래스와 이들 사이의 관계를 시각화하였다. 그에 대한 전체 시스템은 [그림 4]와 같다.

[그림 4] DQN Class Diagram



DQN 알고리즘에 대한 Hyperparameter는 모델의

성능을 크게 좌우한다. 이러한 Hyperparameter의 경우 본 연구에서는 다음 [표1]과 같다.

[표 1] Hyperparameter

Hyperparameter	Value
Batch_size	32
Gamma	0.95
Epsilon_Decay	0.995
Epsilon_Min	0.01
Learning_Rate	0.001
MemorySize	10000

State는 x,z좌표, 센서(근전도, 압력)의 값이며 Action의 경우 Cycloid 궤적, Elliptical 궤적에 대해서만 설정하였다. 보상은 미리 설정해둔 선세값에 대한 궤적이 맞을 경우 100, 맞지 않을 경우 -100의 패널티를 주도록 정의하였다.

4. 실험결과 및 분석

위 2,3의 설계들을 바탕으로 실제로 제작 및 테스트를 진행하였지만 명확한 성능이나 학습 결과를 얻지는 못하였다. 실험 결과가 부재한 원인으로서는 강화학습 알고리즘의 복잡성으로 생각이 되며 본 연구의 한계를 극복하기 위해, 알고리즘의 단순화를 진행하고자 한다. 또한 초기 설정값이나 Hyperparameter가 최적이지 않았을 가능성을 고려해야한다. 실험결과가 부재함에도 불구하고, 본 연구가 추구하는 목표에는 변함이 없다. 알고리즘의 복잡성을 줄이고 하드웨어를 업그레이드하며 다시 한번 한이음 프로젝트가 끝나기 전까지 실험을 진행할 예정이다. 또한 하이퍼파라미터를 다양하게 조정하여 성능을 개선하는 방안도 검토할 것이다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 강화학습을 동물용 웨어러블 로봇에 적용하여 로봇이 다양한 환경에서 적절한 보행을 선택하고 수행할 수 있도록 하였다. 그러나 명확한 실험 결과를 얻지는 못하였으며, 이는 강화학습 알고리즘의 복잡성과 초기 하이퍼파라미터 설정 등 여러 변수에 의한 것으로 판단된다. 향후 연구에서는 4. 실험결과에 이야기한바와 같이 하드웨어 업그레이드, 하이퍼파라미터 최적화, 알고리즘의 단순화를 진행할 예정이며 추가적으로 다양한 보행 궤적을 실험하여 효율성을 검증할 계획이다. 이러한 방향으로 연구를 진행하여 결과를 내보이고자 한다.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의 인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.