**<목차>**

Ⅰ. 연구 개요

가. 프로젝트 배경

나. 연구 목적

Ⅱ. 이론적 배경

가. 효과 및 이론

나. 선행 연구 조사

Ⅲ. 프로젝트 수행 내용

가. 자료 조사 및 가설 설정

나. 실험 및 탐구 설계 계획

다. 검증 실험 프로젝트 과정

Ⅳ. 향후 계획

가. 최종 결과

나. 예상한 결과와의 차이점과 원인

Ⅴ. 기대효과 및 사회문제 해결 효과

가. 사회문제 해결 방안

나. 기대효과 및 파급효과

Ⅵ. 결론 및 제언

가. 결론

나. 활용 및 제언

Ⅶ. 참고문헌

Ⅰ. 연구 개요

가. 프로젝트 개요

- 로봇이 실생활에서 사람과 함께 지내면 **로봇이 넘어져 사람의 통행에 방해되어 문제가 생길 수 있다는 문제**를 발견하였다. 로봇이 넘어지려고 할 때 균형을 잡아 사람에게 피해를 줄 수도 있는 상황을 줄인다면 로봇을 실생활에 더 빠르게 적용 가능하다고 생각하였다.

- 기본적으로 고양이는 착지할 때, 몸을 회전시켜 다리의 균형과 몸과 지면과의 수평을 맞추면서 착지한다. 이를 활용해 **로봇의 몸체를 조금 회전시키는 것으로 균형을 잡을 수 있다는 가설**을 이용해 넘어질 수 있는 상황에서 넘어지지 않게 하고자 한다. 이를 통해 로봇과 사람이 부딪히지 않고 함께 지낼 수 있는 사회를 만들고자 한다.

나. 연구 목적

◦ 실생활 로봇 흔들림 제어의 새로운 관점 제시

- 로봇 사고로 인한 사람과의 충돌 문제 해결  
현재 로봇이 낮은 턱을 내려가는 것만으로도 불안정하여 넘어지면 전복되어 사람과 2차 충돌이 일어날 수 있다는 점에 대해서 균형을 잡아 로봇 사고와 로봇 사고로 인한 2차 사고까지 막고자 한다.

- 배달 로봇의 흔들림 감소를 통한 배달 안정성 증가  
현재 택배 배달 로봇이 점점 많이 연구되고 있지만, 로봇의 주행로가 정확하게 정해지지 않았다. 울퉁불퉁하거나 턱이 있는 지형의 경우 현재의 작은 로봇들은 넘어질 가능성 또한 존재한다. 이렇게 로봇들이 넘어져 전복된 상태가 된다면 보행자나 차량, 자전거를 타는 사람들이 다치거나 사고를 당할 수 있기에 이 연구를 통해 흔들림을 최소화하고, 로봇과 사람이 함께 지낼 수 있도록 하고자 한다.

건물, 야외, 가전용품, 진공이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

◦ 고양이 생체 모방 로봇을 통한 새로운 로봇의 개발 가능성 제시

- 고양이는 고유의 무게 중심 조절 능력을 이용하여 높은 곳에서 낙하하더라도 안정적으로 착지하는 능력을 가지고 있다. 이런 고양이의 무게 중심 조절 능력을 기반으로 한 알고리즘을 로봇에 적용하면, 로봇이 불안정한 환경에서도 안정적으로 균형을 유지하며 작업을 수행하는데 도움이 될 수 있다. 이를 이용해 로봇 기술의 새로운 가능성을 제시하고자 한다.

물고기이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

Ⅱ. 이론적 배경

가. 효과 및 이론

◦ 고양이 착지 이론 : 고양이 반전 현상'(cat righting reflex)

- 고양이는 다음과 같은 순서로 고양이 반전 현상을 통해 자신의 체위를 조절해 발로 착지한다.

- 체감기관의 역할  
: 고양이의 내부 귀에는 체감기관이 있다. 이 기관은 고양이가 중력에 따른 자신의 위치를 인식하게 해주는 역할을 한다. 따라서 고양이는 자신이 머리로 떨어지고 있다는 것을 바로 알 수 있다.

- 회전의 시작  
: 체감기관에 의해 그들이 중력에 따라 떨어지고 있다는 것을 알게 된 고양이는 자신의 등을 중심으로 상하반신을 반대 방향으로 회전시킨다. 이 회전은 고양이의 유연한 척추 구조와 강력한 등근육이 있기에 가능하다.

- 발로 착지  
: 상하반신이 반대 방향으로 회전한 후 고양이는 상반신과 하반신의 회전을 동기화시켜 다시 몸을 펴고, 발로 착지한다. 이 과정에서 고양이의 꼬리는 회전축을 유지하는 역할을 한다.

- 충격 흡수  
: 고양이의 발은 자연스러운 충격 흡수기 역할을 한다. 발을 착지시키면서 고양이는 무릎을 구부리고 발톱을 뻗어 충격을 흡수한다.

◦ Inertial Measurement Unit (IMU)

- 관성측정장치(IMU, Inertial Measurement Unit)는 물체의 자세와 속도를 측정하기 위한 장치이다. 일반적으로 IMU는 자이로스코프와 가속도계로 구성되어 있으며, 때때로 자기장 센서를 추가로 포함하기도 한다.

- 자이로스코프  
: 자이로스코프는 각속도를 측정한다. 이는 물체가 회전하고 있는지, 얼마나 빠르게 회전하고 있는지를 알려준다. 따라서 물체의 자세(회전) 변화를 측정할 수 있다.

- 가속도계  
: 가속도계는 선형 가속도를 측정한다. 이는 물체가 얼마나 빠르게 속도를 바꾸고 있는지를 측정한다. 그리고 중력 가속도를 측정함으로써 현재 물체가 어떤 방향으로 놓여있는지 알 수 있다.

◦ 각운동량 보존(Angular Momentum Conservation)

- 각운동량 보존의 원리는 물리학의 핵심 원칙 중 하나로, 닫힌 시스템에서 각운동량이 상수로 보존된다는 원칙을 기술하고 있다. 이 원리는 회전하는 물체의 동작에 대해 이해하고 예측하는 데 핵심적이다.

- 외부 토크가 없는 경우, 즉 시스템에 회전을 변화시킬 외부 힘이 작용하지 않는 경우, 시스템의 총 각운동량은 보존된다. 이것이 각운동량 보존의 원리이다. 즉, 시스템의 각운동량은 시간에 대해 일정하다는 것을 의미한다.

- 고양이가 떨어질 때 몸을 뒤집는 과정 역시 이 원리를 활용한다. 고양이는 중간에 회전축을 변경하면서 자신의 몸을 안정적으로 땅으로 돌리는데, 이 과정에서 전체 각운동량은 보존된다. 이러한 원리는 로봇 공학에서 로봇이 불안정한 상황에서도 안정적으로 균형을 유지하고, 정확한 위치에 착지하도록 하는 데 활용될 수 있다.

나. 선행 논문 조사

◦ Aerial Posture Adjustment of a Bio-Inspired Jumping Robot for Safe Landing: Modeling and Simulation

- 현재까지 로봇이 어떻게 착지하고자 하였는지, 특히 공중에서의 동작을 알아보고자 위 논문을 읽어보았다.

- 점프 로봇의 몸체가 착륙할 때 파괴될 수 있는 부분을 회전시킴으로써 충격을 흡수할 수 있다는 부분에 중점을 둬서 동물과 곤충의 공중 자세 조정에 영감을 받아 pole 다리와 추가 하중을 가진 로봇 모델을 소개하였다. 이후 pole 다리의 길이와 추가 하중 등이 공중에서의 자세 조정 성능에 미치는 영향을 연구하였다.

- 시뮬레이션을 통해 연구한 결과 pole 다리 시스템과 함께 조정하는 것이 공중에서의 자세를 변경하고 안전한 착지가 가능했다. 이를 통해 공중에서의 자세를 조정하는 방법의 실현 가능성을 검증하였다.

◦ Landing Posture Adjustment and Buffer Performance Analysis of a Cat Robot

- 고양이의 착지 메커니즘을 모방하여 로봇의 착지 자세를 조절하는 방법을 제안하였다. 로봇의 다리 길이와 스윙 각도를 조절하여 적절한 착지 자세를 얻고 버퍼 성능을 향상시킬 수 있다.

스케치, 도표, 텍스트, 라인이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

- 이를 통해 설계에 대한 기본적인 사항을 확인 가능하였다.

◦ Effect of Swing Legs on Turning Motion of a Free-Falling Cat Robot

- 낙하하고 있는 고양이의 회전에 대해서 연구한 논문으로 이를 통해 로봇의 모습을 구현하고 실현 가능성에 대해서 확인하였다. 이를 통해 추후 로봇의 모습을 구현 가능하다는 것을 확인하였다.

◦ Research on Trajectory Planning of a Robot Inspired by Free-Falling Cat Based on Numerical Approximation

- 수치적으로 자유낙하하는 고양이를 연구하였다. 이를 통하여 고양이의 떨어지는 모습을 수치적으로 확인할 수 있었으며 연구 갈피를 어느정도 잡을 수 있었다.

Ⅲ. 프로젝트 수행 내용

텍스트, 스크린샷, 폰트, 디자인이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

가. 자료 조사 및 가설 설정

◦ [실험 1] 각운동량 보존을 이용한 자세 제어법

- 차량이 낙하하는 상태에서 기본적으로 앞 바퀴가 뒷 바퀴보다 먼저 떨어지는 상황이 발생하여 앞으로 자동차가 쏠리는 현상이 일어날 것이다. 이때, 앞바퀴를 시계 방향으로 돌린다면 각운동량 보존에 의해 차체가 위로 들리고자 할 것이고, 뒷바퀴 또한 자세 제어에 맞게 돌리면 수평을 이루면서 낙하할 수 있을 것이다.

-

◦ [실험 2] 무게 중심의 변화를 이용한 자세 제어법

- 무게 중심을 변화시키면서 할 수 있을 듯.

나. 실험 및 탐구 설계 계획

◦ [기초 실험] 로봇 낙하 실험 분석

-

-

◦ [실험 1] 각운동량 보존을 이용한 자세 제어법

-

-

◦ [실험 2] 무게 중심의 변화를 이용한 자세 제어법

-

-

다. 검증 실험 프로젝트 과정

◦ [기초 실험] 로봇 낙하 실험 분석

-

-

◦ [실험 1] 각운동량 보존을 이용한 자세 제어법

-

-

◦ [실험 2] 무게 중심의 변화를 이용한 자세 제어법

-

-

Ⅳ. 향후 계획

가. 최종 결과

◦ [기초 실험] 로봇 낙하 실험 분석

-

-

◦ [실험 1] 각운동량 보존을 이용한 자세 제어법

-

-

◦ [실험 2] 무게 중심의 변화를 이용한 자세 제어법

-

-

◦ 실험을 통한 결과 도출

-

-

나. 예상한 결과와의 차이점과 원인

◦ 로봇의 실제 제작

-

-

Ⅴ. 기대효과 및 사회문제 해결 효과

가. 사회문제 해결 방안

나. 기대효과 및 파급효과

Ⅵ. 결론 및 제언

가. 결론

나. 활용 및 제언

Ⅶ. 참고문헌

◦ Aerial Posture Adjustment of a Bio-Inspired Jumping Robot for Safe Landing: Modeling and Simulation

◦ Landing Posture Adjustment and Buffer Performance Analysis of a Cat Robot

◦ Effect of Swing Legs on Turning Motion of a Free-Falling Cat Robot

◦ Research on Trajectory Planning of a Robot Inspired by Free-Falling Cat Based on Numerical Approximation

\* 본 사업은 복권기금이 투입되었기 때문에 최종보고서 맨 뒷장에 아래 문구를 기재하셔야 합니다.

|  |
| --- |
| 이 프로그램은 과학기술진흥기금 및 복권기금의 재원으로 수행하며, 우리나라 과학기술발전과 저소득·소외계층의 복지 증진에도 기여하고 있습니다. |