

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2020-0080197
(43) 공개일자 2020년07월06일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 13/02 (2006.01) A63B 67/14 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01) G05B 13/04 (2006.01)
G06N 3/02 (2019.01)
- (52) CPC특허분류
G05B 13/0265 (2013.01)
A63B 67/14 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0175716
(22) 출원일자 2019년12월26일
심사청구일자 2019년12월26일
- (30) 우선권주장
1020180169647 2018년12월26일 대한민국(KR)
- (71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
- (72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
원동욱
전라북도 남원시 금지면 독우물길 45-5
이상훈
서울특별시 성북구 인촌로27길 34-8, B106 (안암동5가)
- (74) 대리인
특허법인엠에이피에스

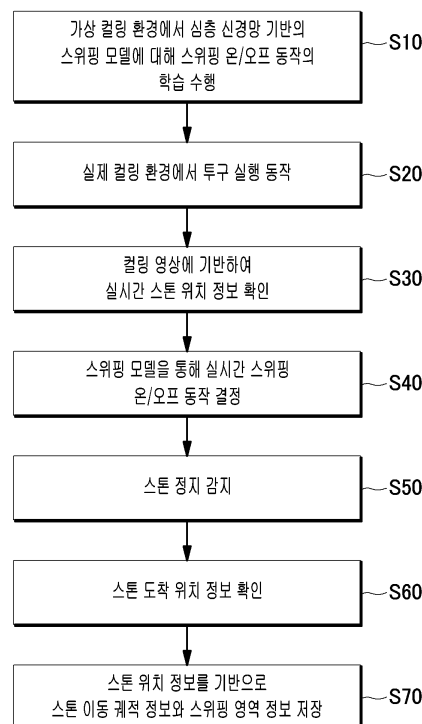
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **컬링 스위핑 제어 시스템 및 그 방법**

(57) 요약

본 발명은 컬링 스위핑 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, a) 컬링 경기 진행에 따른 스톤의 이동 궤적 정보, 스위핑 영역 정보 또는 빙질 환경 정보를 실시간 반영하는 가상 컬링 환경을 제공하는 단계; b) 상기 가상 컬링 환경에서 하나 이상의 목표 위치 정보를 설정하고, 각 목표 위치 정보마다 스톤의 투구 실행 동작과 스위핑 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



온/오프 동작을 수행하여 각 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 간의 오차 거리를 측정하고, 상기 오차 거리를 기준으로 스윙핑 온/오프 동작에 대한 보상을 설정하는 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN) 기반의 스윙핑 모델을 학습하는 단계; c) 상기 스윙핑 모델에 대해 목표 위치 정보와 스톤 위치 정보를 포함한 입력값을 설정하고, 상기 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 사이의 오차 거리를 기반으로 설정된 보상에 따라 스윙핑 온/오프 동작을 결정하는 정책을 설정하고, 상기 설정된 정책에 따라 실시간 스윙핑 온/오프 동작의 행동을 출력값으로 설정하는 단계; 및 d) 실제 킬링 경기에서 스톤 위치를 인식하기 위한 카메라 장치를 이용하여 실시간 킬링 영상 정보가 입력되면, 상기 스윙핑 모델에 기반하여 스톤이 정지될 때까지 이동하는 스톤에 대해 실시간 스윙핑 온/오프 동작을 결정하는 스윙핑 제어 정보를 제공하는 단계를 포함하는 방법일 수 있다.

(52) CPC특허분류

B25J 9/1656 (2013.01)

B25J 9/1694 (2013.01)

G05B 13/042 (2013.01)

G06N 3/02 (2019.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711065293

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 ICT융합산업원천기술개발

연구과제명 경기전략을 수립하고 경기 수행이 가능한 인공지능 킬링 로봇 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

컬링 경기에서 스위핑 동작을 제어하기 위한 컬링 스위핑 제어 시스템에 의해 수행되는 컬링 스위핑 제어 방법에 있어서,

- a) 컬링 경기 진행에 따른 스톤의 이동 궤적 정보, 스위핑 영역 정보 또는 빙질 환경 정보를 실시간 반영하는 가상 컬링 환경을 제공하는 단계;
- b) 상기 가상 컬링 환경에서 하나 이상의 목표 위치 정보를 설정하고, 각 목표 위치 정보마다 스톤의 투구 실행 동작과 스위핑 온/오프 동작을 수행하여 각 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 간의 오차 거리를 측정하고, 상기 오차 거리를 기준으로 스위핑 온/오프 동작에 대한 보상을 설정하는 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN) 기반의 스위핑 모델을 학습하는 단계;
- c) 상기 스위핑 모델에 대해 목표 위치 정보와 스톤 위치 정보를 포함한 입력값을 설정하고, 상기 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 사이의 오차 거리를 기반으로 설정된 보상에 따라 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 정책을 설정하고, 상기 설정된 정책에 따라 실시간 스위핑 온/오프 동작의 행동을 출력값으로 설정하는 단계; 및
- d) 실제 컬링 경기에서 스톤 위치를 인식하기 위한 카메라 장치를 이용하여 실시간 컬링 영상 정보가 입력되면, 상기 스위핑 모델에 기반하여 스톤이 정지될 때까지 이동하는 스톤에 대해 실시간 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 스위핑 제어 정보를 제공하는 단계를 포함하는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 a) 단계는,

스톤의 실제 움직임을 모사하기 위한 물리적 특성 계수에 기반하여 페블 크기, 단위면적당 페블 분포, 온도 변화량, 습도 변화량, 영역별 불확실성 적용 수치가 반영된 페블의 마찰 계수를 포함한 실제 컬링 경기장의 환경적 변수를 적용하여 빙질 환경 정보를 제공하고,

스톤의 질량, 탄성력, 투구 세기 및 각도를 포함한 투구 실행값을 이용하여 스톤의 이동에 대한 물리값을 산출하여 스톤의 이동궤적 정보를 제공하고,

스톤의 투구 실행 동작에 의해 이동하는 스톤을 따라 스위핑 온 동작이 진행된 스위핑 영역 정보를 제공하는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 스톤의 이동에 대한 물리값은 자기유도 모델과 비대칭 마찰 모델을 적용하여 산출하는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 a) 단계는,

상기 가상 컬링 환경에서 스톤의 투구 실행 동작으로 스톤의 이동 경로에 스위핑 온 동작을 수행하고, 상기 스위핑 온 동작에 따른 스위핑 영역 정보에 기반하여 페블의 마찰계수를 기설정된 임계수치만큼 감소시키고, 스위핑 오프 동작에 따라 상기 임계수치만큼 감소된 페블의 마찰계수를 원상태로 복귀시키는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 a) 단계는 스톤이 정지되면 상기 스톤의 이동 궤적 정보에 기초하여 스톤의 이동 영역에 기설정된 임계수 치만큼 페블의 마찰계수를 감소시키는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 b) 단계는,

b-1) 상기 가상 컬링 환경에서 하나 이상의 목표 위치 정보를 설정하는 단계;

b-2) 각 목표 위치 정보마다 스톤을 투구하여 스톤이 정지될 때까지 스위핑 온 동작을 수행한 후 상기 스톤이 정지되면 스톤 도착 위치 정보를 산출하고, 스위핑 오프 동작을 수행하는 단계; 및

b-3) 상기 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보와의 오차 거리를 측정하여 오차 정보를 저장하고, 상기 오차 거리를 기준으로 스위핑 동작에 대한 보상을 설정하는 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN) 기반의 스위핑 모델을 학습하는 단계를 포함하는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 b-4) 단계는,

각 목표 위치 정보마다 스톤을 투구하여 스톤이 정지될 때까지 스위핑 오프 동작을 수행한 후 상기 스톤이 정지되면 스톤 도착 위치 정보를 산출하고, 상기 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보와의 오차 거리를 측정하여 오차대조정보를 생성하는 단계를 더 포함하는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 스위핑 모델은 상기 오차 정보와 오차 대조 정보를 비교하고, 상기 비교된 결과에 따라 정책과 보상을 설정하는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 스위핑 모델은, 상기 오차거리에 따라 보상이 비례적으로 결정되는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 스위핑 모델은,

상기 스톤 도착 위치 정보가 상기 목표 위치 정보를 벗어난 경우에, 스위핑 온 동작에 기설정된 설정값만큼 보상을 감소시키고, 스위핑 오프 동작에 상기 설정값만큼 보상을 증가시키고,

상기 스톤 도착 위치 정보가 상기 목표 위치 정보에 도달하지 못한 상태에서 상기 오차 거리가 스위핑 최대 효과 범위를 벗어난 경우에, 스위핑 온 동작에 상기 설정값만큼 보상을 증가시키고, 상기 스위핑 오프 동작에 상기 설정값만큼 보상을 감소시키는 것인, 컬링 스위핑 제어 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 스위핑 모델은,

상기 스톤 도착 위치 정보가 상기 목표 위치 정보에 도달하지 못한 상태에서 상기 오차 거리가 스위핑 최대 효과 범위 이내인 경우에, 투구 오차와 스위핑 오차를 비교하여 상기 투구 오차가 스위핑 오차보다 작으면 상기 설정값만큼 보상을 감소시키고, 상기 투구 오차가 상기 스위핑 오차보다 크면 상기 오차 거리에 따라 보상에 설정값을 차등적으로 증가시키는 것인, 스위핑 제어 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 스위핑 모델은,

상기 킬링 영상 정보를 이용하여 이미지 기반의 스톤 위치 정보를 추출하는 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)과, 상기 CNN을 통해 제공되는 연속적인 스톤 위치를 이용하여 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 순환 신경망(Recurrent Neural Network, RNN)을 포함하는 심층신경망을 이용하여 정책 함수 또는 가중치 함수를 근사하는 심층 강화 학습을 수행하는 것인, 킬링 스위핑 제어 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 순환 신경망은

기설정된 제1 설정 시간 간격(T1)으로 스톤 위치를 수신하여 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 패스트(Fast) RNN과, 제2 설정 시간 간격(T2, T2>T1)으로 스톤 위치를 수신하여 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 슬로우(Slow) RNN을 포함하는 것인, 킬링 스위핑 제어 방법.

청구항 14

킬링 경기에서 스위핑 동작을 제어하기 위한 킬링 스위핑 제어 시스템에 있어서,

심층 신경망 기반의 킬링 스위핑 제어 방법 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 메모리;

상기 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 프로그램의 실행에 따라, 킬링 경기 진행에 따른 스톤의 이동 궤적 정보, 스위핑 영역 정보 또는 빙질 환경 정보를 실시간 반영하는 가상 킬링 환경을 제공하고,

상기 가상 킬링 환경에서 하나 이상의 목표 위치 정보를 설정하고, 각 목표 위치 정보마다 스톤의 투구 실행 동작과 스위핑 온/오프 동작을 수행하여 각 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 간의 오차 거리를 측정하고, 상기 오차 거리를 기준으로 스위핑 온/오프 동작에 대한 보상을 설정하는 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN) 기반의 스위핑 모델을 학습하고,

상기 스위핑 모델에 대해 목표 위치 정보와 스톤 위치 정보를 포함한 입력값을 설정하고, 상기 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 사이의 오차 거리를 기반으로 설정된 보상에 따라 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 정책을 설정하고, 상기 설정된 정책에 따라 실시간 스위핑 온/오프 동작의 행동을 출력값으로 설정하고,

실제 킬링 경기에서 스톤 위치를 인식하기 위한 카메라 장치를 이용하여 실시간 킬링 영상 정보가 입력되면, 상기 스위핑 모델에 기반하여 스톤이 정지될 때까지 이동하는 스톤에 대해 실시간 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 스위핑 제어 정보를 제공하는 것인, 킬링 스위핑 제어 시스템.

청구항 15

제 1 항에 따른 킬링 스위핑 제어 방법을 수행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독가능 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 실제 킬링 경기에서 심층 신경망에 기반하여 실시간 스위핑 제어를 수행하기 위한 킬링 스위핑 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 강화 학습(Reinforcement Learning)은 특정 환경에서 현재 상황을 인식하여 선택 가능한 행동 중 가장 높은 보상을 획득할 수 있는 행동을 선택하도록 수많은 행동을 반복하여 보상을 최대화하기 위한 스스로 학습하는 기계 학습 기술이다.
- [0003] 다량의 데이터를 이용해 인간의 복잡한 신경망을 모사하여 컴퓨터가 스스로 문제를 판단하는 딥러닝(Deep Learning)은 인공지능 기술이 큰 도약을 하도록 만들었다.
- [0004] 딥러닝 기술 중 순환 인공 신경망(Recurrent Neural Networks, RNN)은 시간에 따라 변화하는 데이터를 처리할 때 효과적인 기술이다. 이때, 시변적 특징을 가진 데이터에는 음성데이터, 영상데이터 등이 있다.
- [0005] 최근, 딥러닝과 강화학습 방법을 함께 사용하는 심층강화학습 기술은 복잡한 문제를 스스로 학습하는 방법들에 적용되고 있다. 많은 데이터를 요구하는 딥러닝 기술에 스스로 데이터를 만들어 학습하는 강화학습이 결합되어 있다. 알파고와 같은 게임 인공지능 분야에서는 심층강화학습을 이용해 이미 인간 이상의 수준을 보여주고 있으며, 로봇 제어 분야에서는 설정된 목적달성을 위해 가상환경에서 수많은 행동을 반복하며 높은 보상을 받도록 자가학습하며, 이를 실제 환경에서도 적용하는 전이학습(Transfer Learning) 기술들이 이용되고 있다.
- [0006] 한편, 동계올림픽 종목인 컬링은 약 40m 정도 빙상 위에서 스톤을 미끄러지게 하여 하우스에 넣어 득점을 하는 ‘빙판 위에 체스’라 불리는 스포츠 게임이다. 컬링은 작전을 구상하는 스킵, 스톤을 던지는 투구자, 투구된 스톤 앞에서 빗자루 모양의 브룸(Broom)을 이용해 빙질을 변화시켜 목표한 위치로 스톤을 이동시키는 2명의 스위퍼로 구성되어 있다.
- [0007] 컬링장의 빙판에는 페블(pebble)로 불리는 얼음 알갱이들이 뿌려져 있으며, 실시간으로 빙판의 상황이 변화하여 스톤에 작용하는 마찰력과 공의 궤적이 예측할 수 없게 변화한다. 투구를 수행했을 때, 페블로 인한 빙질의 불확실성 때문에 스톤은 원하는 위치로 이동하지 않는다. 그러므로 스위핑을 통해 페블을 녹여 스톤을 원하는 위치로 이동시키는 작업 필요하다.
- [0008] 하지만, 실제 컬링 경기시 빙판의 페블이 녹고 새로 형성됨을 반복하며 온도, 습도 등 많은 환경 요인으로 인해 상황이 변화하기 때문에 적절한 스위핑 전략을 생성하기 위해서는 높은 전략적 사고와 빠른 판단력이 필요하다.

선행기술문헌

- [0009] 대한민국 등록특허 제 10-1478097호(발명의 명칭 : 컬링 시뮬레이션을 수행하기 위한 이동 단말, 컬링 시뮬레이션 방법 및 기록 매체)
- [0010] 대한민국 등록특허 제10-1499570호(발명의 명칭 : 컬링 분석용 이동 단말 및 이를 이용한 컬링 경기 분석 시스템)
- [0011] 대한민국 등록특허 제10-1611431호(발명의 명칭 : 컬링 분석 방법, 이를 수행하기 위한 기록 매체 및 장치)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따라 컬링에서 실시간 스위핑 온/오프 동작에 대한 스위핑 제어 정보를 제공하기 위해 심층강화학습을 이용한 스위핑 모델을 제공하고, 변화하는 컬링 환경에서 목표 위치로 정확하게 스톤을 이동시키기 위해 실시간 스위핑 온 동작, 스위핑 오프 동작을 반복적으로 수행하도록 하는 것에 목적이 있다.
- [0013] 또한, 본 발명은 가상 컬링 환경에서 무수히 많은 자가 학습을 통한 스위핑 학습을 토대로 실제 컬링 환경에서도 실시간으로 스위핑 수행이 가능하도록 하고, 이동하는 스톤 위치 정보만을 이용하여 스위핑 수행 여부를 판별하여 사람과 동일한 조건에서도 최적화된 스위핑 전략을 구사하도록 하는 것에 목적이 있다.
- [0014] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서 본 발명의 일 실시예에 따른 킬링 경기에서 스위핑 동작을 제어하기 위한 킬링 스위핑 제어 시스템에 의해 수행되는 킬링 스위핑 제어 방법은, a) 킬링 경기 진행에 따른 스톤의 이동 궤적 정보, 스위핑 영역 정보 또는 빙질 환경 정보를 실시간 반영하는 가상 킬링 환경을 제공하는 단계; b) 상기 가상 킬링 환경에서 하나 이상의 목표 위치 정보를 설정하고, 각 목표 위치 정보마다 스톤의 투구 실행 동작과 스위핑 온/오프 동작을 수행하여 각 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 간의 오차 거리를 측정하고, 상기 오차 거리를 기준으로 스위핑 온/오프 동작에 대한 보상을 설정하는 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN) 기반의 스위핑 모델을 학습하는 단계; c) 상기 스위핑 모델에 대해 목표 위치 정보와 스톤 위치 정보를 포함한 입력값을 설정하고, 상기 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 사이의 오차 거리를 기반으로 설정된 보상에 따라 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 정책을 설정하고, 상기 설정된 정책에 따라 실시간 스위핑 온/오프 동작의 행동을 출력값으로 설정하는 단계; 및 d) 실제 킬링 경기에서 스톤 위치를 인식하기 위한 카메라 장치를 이용하여 실시간 킬링 영상 정보가 입력되면, 상기 스위핑 모델에 기반하여 스톤이 정지될 때까지 이동하는 스톤에 대해 실시간 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 스위핑 제어 정보를 제공하는 단계를 포함하는 방법일 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 킬링 경기에서 스위핑 동작을 제어하기 위한 킬링 스위핑 제어 시스템은, 심층 신경망 기반의 킬링 스위핑 제어 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 메모리; 상기 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 프로그램의 실행에 따라, 킬링 경기 진행에 따른 스톤의 이동 궤적 정보, 스위핑 영역 정보 또는 빙질 환경 정보를 실시간 반영하는 가상 킬링 환경을 제공하고, 상기 가상 킬링 환경에서 하나 이상의 목표 위치 정보를 설정하고, 각 목표 위치 정보마다 스톤의 투구 실행 동작과 스위핑 온/오프 동작을 수행하여 각 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 간의 오차 거리를 측정하고, 상기 오차 거리를 기준으로 스위핑 온/오프 동작에 대한 보상을 설정하는 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN) 기반의 스위핑 모델을 학습하고, 상기 스위핑 모델에 대해 목표 위치 정보와 스톤 위치 정보를 포함한 입력값을 설정하고, 상기 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 사이의 오차 거리를 기반으로 설정된 보상에 따라 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 정책을 설정하고, 상기 설정된 정책에 따라 실시간 스위핑 온/오프 동작의 행동을 출력값으로 설정하고, 실제 킬링 경기에서 스톤 위치를 인식하기 위한 카메라 장치를 이용하여 실시간 킬링 영상 정보가 입력되면, 상기 스위핑 모델에 기반하여 스톤이 정지될 때까지 이동하는 스톤에 대해 실시간 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 스위핑 제어 정보를 제공하는 시스템일 수 있다.

발명의 효과

[0017] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 가상 킬링 환경에서 자가 학습을 통해 스스로 스위핑에 대한 역할을 이해하는 심층신경망 기반의 스위핑 모델을 제공할 수 있고, 스위핑 모델이 가상 킬링 환경에서 무수히 많고 다양한 스위핑 동작에 대한 자가 학습을 통해 목표 위치로 스톤을 이동시키는 전략을 스스로 이해할 수 있도록 한다.

[0018] 또한, 본 발명은 가상 킬링 환경에서 학습한 정보를 바탕으로 실제 킬링 환경에서도 움직이는 스톤의 연속적인 위치 정보만을 이용해 실시간으로 스위핑 수행 여부를 판별할 수 있어 실제 킬링 경기에서 목표 위치로 스톤을 정확히 이동시키기 위한 실시간 스위핑 제어 기술을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 킬링 스위핑 제어 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 킬링 스위핑 제어 방법을 설명하는 순서도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델을 설명하는 도면이다.
 도 4는 도 3의 스위핑 모델의 순환 신경망을 설명하는 도면이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델에 대한 자가 학습 과정을 설명하는 순서도이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델의 오차를 평가하는 과정을 설명하는 도면이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델의 보상 설계 과정을 설명하는 도면이다.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 킬링 스위핑 제어 시스템을 스킵 로봇, 스위핑 로봇 및 투구 로봇에 적용하여 설명하는 예시도이다.

도 9는 도 8에 의해 스위핑 로봇의 스위핑 동작 상태를 설명하는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 컬링 스위핑 제어 시스템에 의해 투구 결과에 기반한 스위핑 동작 결과를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0022] 이하의 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리 범위를 제한하는 것이 아니다. 따라서 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 동일 범위의 발명 역시 본 발명의 권리 범위에 속할 것이다.
- [0024] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 컬링 스위핑 제어 시스템의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0026] 도 1을 살펴보면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은, 통신 모듈(110), 메모리(120), 프로세서(130), 영상 처리 모듈(140), 표시 모듈(150), 물리 엔진(160) 및 데이터베이스(170)를 포함한다.
- [0027] 통신 모듈(110)은 통신망을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호를 송수신하기 위한 통신 인터페이스를 제공한다. 여기서, 통신 모듈(110)은 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치일 수 있다. 이러한 통신 모듈(110)은 가상 컬링 환경을 제공하기 위해 필요한 프로그램과의 연결을 위해 동적 연결 라이브러리(Dynamic Link Library, DLL)를 이용하여 통신한다.
- [0028] 한편, 컬링 스위핑 제어 시스템은 데이터를 안전하게 관리하기 위해 내부의 메모리(120)에만 저장하지 않고, 외부 서버에 추가적으로 데이터를 저장할 수 있다.
- [0029] 이를 위해, 컬링 스위핑 제어 시스템은 통신 모듈(110)을 통해 인터넷에 연결되어 있어야 하며, 외부 서버에 데이터를 저장하기 위해 사용자 인증 절차를 수행한다. 또한, 컬링 스위핑 제어 시스템은 외부 서버에 저장된 일반인 또는 컬링 선수의 경기 기록 및 승/패 기록에 관한 데이터를 타 이용자와 공유할 수 있도록 웹 페이지에도 자동으로 공개할 수 있다.
- [0030] 통신 모듈(110)은 외부 서버와 통신할 경우, 통신 중 데이터의 결손을 확인할 수 있도록 체크섬(CheckSum)을 이용하여 모든 데이터가 제대로 도착하였는지 확인하며, 데이터 통신 도중 제 3자에 의한 도청을 막기 위해 클라이언트의 해시(Hash)값으로 MD5(Message-Digest Algorithm5)를 생성하고, 해당 값을 키(Key)로 하여 DES(Data Encryption Standard) 알고리즘을 이용한 데이터의 암호화 및 복호화를 수행한다.
- [0031] 또한, 통신 모듈(110)은 외부 서버로 데이터 파일을 전송할 경우, 빠른 데이터 전송을 통해 사용자의 대기시간을 줄여줄 수 있는 FTP(File Transfer Protocol)를 이용한 전송 방식과 FTP 방식에 비해 안정성이 높은 PHP(Hypertext Preprocessor) 또는 JSP(Java Server Page)로 작성된 페이지를 통한 전송 방식 중 적어도 하나 이상의 방식을 사용할 수 있다.
- [0032] 외부 서버는 통신 모듈(110)을 통해 데이터 요청을 수신하면 데이터 베이스에 저장된 컬링 경기 관련 데이터를 로드한 후 통신 모듈(110)을 통해 컬링 스위핑 제어 시스템(100)에 제공한다.
- [0033] 선택적 실시예로, 외부 서버가 통신 모듈(110)을 통해 데이터의 저장을 요청받은 경우, 데이터가 파일이면 데이터베이스에 저장하지만, 데이터 요청의 실패 혹은 데이터 저장에 실패할 경우에 해당 요청 처리가 실패했음을

알리는 메시지를 통신 모듈(110)에 전달한다.

- [0034] 메모리(120)는 킬링 스위핑 제어 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된다. 특히, 메모리(120)에 기록되는 킬링 스위핑 제어 방법은 심층 강화 학습에 기반하여 현재 스톤의 투구 상황에서 이동하는 스톤이 목표 위치까지 도달할 수 있도록 실시간 스위핑 수행 여부를 제어할 수 있도록 하는 프로그램이다.
- [0035] 또한, 메모리(120)는 프로세서(130)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행한다. 여기서, 메모리(120)는 휘발성 저장 매체(volatile storage media) 또는 비휘발성 저장 매체(non-volatile storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0036] 프로세서(130)는 킬링 스위핑 제어 방법을 제공하는 전체 과정을 제어하고, 사용자 입력 및 가상 킬링 환경에 필요한 물리적 요소의 값, 통신에 사용되고 있는 모든 데이터를 원활히 처리하여 사용자가 프로그램을 이용하는 데 있어 불편함이 없도록 다중 스레드(Multi-Thread) 기법을 이용한다. 또한, 프로세서(130)는 외부 서버와 연동할 수 있다.
- [0037] 프로세서(130)는 메모리(120)에 저장된 프로그램을 실행함에 따라 해당 경기 진행 정보와 스톤 위치 정보를 토대로 표시 모듈(150)에 경기 상황 및 스위핑 온/오프 동작에 대한 스위핑 제어 정보를 제공할 수 있고, 사용자가 입력한 환경 설정 또는 경기 모드 등의 정보를 가상 킬링 환경에 적용하고 모든 데이터 이동에 대해 제약 조건을 설정한다. 프로세서(130)는 물리 엔진(160)과 연동하여 킬링 경기장이 환경적 변수와 스톤의 물리적 요소를 이용하여 스톤의 이동 궤적, 스톤 정지 위치, 스톤 도착 위치를 확인할 수 있고, 가상 킬링 환경에서 스톤의 움직임을 실제와 유사하게 구현하여 사용자가 킬링 연습 및 킬링 가상 경리를 수행할 수 있도록 한다.
- [0038] 여기서, 프로세서(130)는 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 여기서, '프로세서(130)'는, 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다. 이러한 프로세서(130)가 수행하는 각 단계에 대해서는 도 2를 참조하여 후술하기로 한다.
- [0039] 영상 처리 모듈(140)은 실제 킬링 경기장을 촬영하여 킬링 영상을 제공하는 카메라장치(200)로부터 킬링 영상을 수신하고, 킬링 영상을 분석하여 스톤의 위치 좌표, 스톤의 색상, 스톤의 번호를 포함한 스톤 분석 데이터를 프로세서(130)에 제공한다. 이때, 영상 처리 모듈(140)은 킬링 스위핑 제어 시스템(100)의 내부 또는 외부에 설치되어 프로세서(130)와 연동할 수 있다.
- [0040] 표시 모듈(150)은 가상 킬링 환경과 경기 진행 정보를 표시하고, 사용자와의 상호 작용을 위한 사용자 인터페이스를 제공한다. 이때, 표시 모듈(150)은 프로세서(130)의 제어에 의해 사실적인 킬링 경기 진행을 위한 스톤 투구, 스위핑 온 동작 및 킬링 스톤 간의 충돌 시 효과음을 재생할 수 있다.
- [0041] 표시 모듈(150)은 데이터베이스(170)에서 불러온 킬링 경기 기록에 대해 시작 엔드부터 종료 엔드까지의 경기 진행 정보에 따른 스톤 투구 재현 기능을 제공할 수 있다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 킬링 스위핑 제어 방법을 설명하는 순서도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델을 설명하는 도면이고, 도 4는 도 3의 스위핑 모델의 순환 신경망을 설명하는 도면이다.
- [0043] 목표 위치로 투구 및 실시간 스위핑이 가능한 가상 킬링 환경에서 빙판과 페블이라는 킬링의 특이성으로 인해 스톤의 도착 위치와 목표 위치 사이에 오차가 발생할 수 있다. 하지만 스위핑 동작을 통해 빙질을 변화시켜 목표 위치로 스톤을 이동시키는 것이 가능하다.
- [0044] 킬링 스위핑 제어 시스템(100)은 실시간으로 빙질 변화를 구현하는 가상 킬링 환경에서 스톤의 투구 실행 동작으로 인해 스톤이 이동하다가 정지될 때까지 스위핑 수행 여부를 판단하기 위한 심층 신경망 기반의 스위핑 모델을 학습하는 과정을 반복 수행한다(S10).
- [0045] 이때, 스위핑 모델은 도 3에 도시된 바와 같이, 목표 위치 정보와 스톤 위치를 입력값으로 설정하고, 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보 사이의 오차 거리를 기반으로 설정된 보상에 따라 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 정책(Policy)을 설정하며, 설정된 정책에 따라 실시간 스위핑 온/오프 동작의 행동(a, action)을 출력값으로 제

공한다. 출력값은 스위핑 온 동작(Sweeping)과 스위핑 오프 동작(No Sweeping) 된다.

- [0046] 이러한 스위핑 모델은 컬링 영상 정보를 이용하여 이미지 기반의 스톤 위치 정보를 추출하는 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN)과, CNN을 통해 제공되는 연속적인 스톤 위치를 이용하여 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 순환 신경망(Recurrent Neural Network, RNN)을 포함하는 심층신경망을 이용하여 정책 함수 또는 가중치 함수를 근사하는 심층 강화 학습을 수행한다.
- [0047] 이러한 스위핑 모델은 스톤이 움직이기 시작할 때부터 t 초 마다 스톤 위치 정보를 좌표화하여 2차원 이미지 데이터로 생성하고, 2차원 이미지 데이터와 목표 위치 정보, 이전의 스톤 이동 궤적 정보와 스위핑 영역 정보를 CNN에 입력 특징으로 이용하여 2차원 특징 공간에서 정보를 추출한다. 추출된 정보는 연속적인 특징 정보를 처리하기 위한 LSTM의 입력으로 사용되며, LSTM의 출력은 현재 t 초에서 스위핑 동작의 수행 여부를 결정한다. 스위핑 모델은 정해진 t 초마다 같은 동작을 반복 수행한다.
- [0048] 여기서, CNN 입력 특징은 컬링 경기장을 2차원 좌표로 변형한 것으로 $X \times Y$ 개의 2차원 특징 공간으로 설정하고, 목표 위치 정보, 현재 스톤 위치, 이전의 스톤 이동 궤적 정보, 이전의 스위핑 영역 정보를 추가하여 $X \times Y \times 4$ 개의 2차원 정보 4개를 입력값으로 이용할 수 있다.
- [0049] CNN의 출력은 임의의 벡터값(예를 들어, 1,024개)이 RNN의 입력값이 되고, RNN의 출력은 스위핑 여부(On/Off)를 결정한다.
- [0050] 도 4에 도시된 바와 같이, 심층 신경망의 성능 향상을 위해 순환 신경망은 기설정된 제1 설정 시간 간격(T_1)으로 스톤 위치를 수신하여 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 패스트(Fast) RNN과, 제2 설정 시간 간격(T_2 , $T_2 > T_1$)으로 스톤 위치를 수신하여 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 슬로우(Slow) RNN을 포함할 수 있다. 즉, Fast RNN은 실시간 위치 정보를 이용하며, Slow RNN은 T_1 보다 조금 더 긴 시간인 T_2 에 대한 스톤 위치 정보를 이용한다. 예를 들어, T_1 은 1프레임으로 설정하고, T_2 는 3프레임으로 설정할 수 있다.
- [0051] T_1 이 짧게 설정되면 실시간 스톤 위치 정보를 더 정확히 받아들일 수 있지만 T_1 보다 긴 시간 정보를 처리할 때 정보의 누락이 생길 수 있다. 이를 방지하기 위해 T_1 마다 정보를 받아 처리하는 Fast RNN과 더 넓은 시간인 T_2 마다 정보를 받아 처리하는 Slow RNN구조를 이용해 시간에 따라 스톤이 이동되는 위치 정보를 정확하게 확인하여 스위핑 수행 여부를 판별할 수 있다.
- [0052] 실제 컬링 경기에서 투구 실행 동작을 통해 스톤 위치를 인식하기 위한 카메라 장치(200)를 이용하여 실시간 컬링 영상 정보가 입력되면(S20), 스위핑 모델에 기반하여 스톤이 정지될 때까지 이동하는 스톤에 대해 실시간 스톤 위치 정보를 확인한다(S30). 스위핑 모델은 실시간 스톤 위치 정보에 기반하여 스위핑 온/오프 동작을 결정하는 스위핑 제어 정보를 제공한다(S40). 이때, 스위핑 제어 정보는 스위핑 로봇, 컬링 선수나 감독이 소지한 단말로 제공될 수 있다.
- [0053] 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 스톤이 정지됨을 확인하면(S50), 스톤이 정지된 스톤 도착 위치 정보를 확인하고(S60), 스톤 도착 위치 정보에 기반하여 스톤 이동 궤적 정보와 스위핑 영역 정보를 데이터베이스(170)에 저장한다(S70).
- [0054] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델에 대한 자가 학습 과정을 설명하는 순서도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델의 오차를 평가하는 과정을 설명하는 도면이며, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위핑 모델의 보상 설계 과정을 설명하는 도면이다.
- [0055] 도 5를 참조하면, 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 컬링 경기 진행에 따른 스톤의 이동 궤적 정보, 스위핑 영역 정보 또는 빙질 환경 정보를 실시간 반영하는 가상 컬링 환경을 제공한다(S11).
- [0056] 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 스톤의 실제 움직임을 모사하기 위한 물리적 특성 계수에 기반하여 페블 크기, 단위면적당 페블 분포, 온도 변화량, 습도 변화량, 영역별 불확실성 적용 수치가 반영된 페블의 마찰 계수를 포함한 실제 컬링 경기장의 환경적 변수를 적용하여 빙질 환경 정보를 가상 컬링 환경에 반영한다. 또한, 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 스톤의 질량, 탄성력, 투구 세기 및 각도를 포함한 투구 실행값을 이용하여 스톤의 이동에 대한 물리값을 산출하여 스톤의 이동 궤적 정보 및 스톤의 투구 실행 동작에 의해 이동하는 스톤을 따라 스위핑 온 동작이 진행된 스위핑 영역 정보를 가상 컬링 환경에 반영한다. 이때, 스톤의 이동에 대한 물리값은 자기유도 모델과 비대칭 마찰 모델을 적용하여 산출할 수 있다.
- [0057] 특히, 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 가상 컬링 경기 진행시 스위핑 온 동작에 따라 스위핑 영역 정보에 기반하여 페블의 마찰계수를 기설정된 임계수치만큼 감소시키고, 스위핑 오프 동작에 따라 임계수치만큼 감소된 페

블의 마찰계수를 원상태로 복귀시킨다. 이 후에 스톤의 투구 실행 동작이 완료될 때마다 스톤의 이동 궤적 정보에 기초하여 스톤의 이동 영역을 스위핑 영역으로 인지하여 스톤의 이동 영역에 대해 기설정된 임계수치만큼 페블의 마찰계수를 감소시켜 스위핑 영역에 대한 빙질을 변화시킬 수 있다.

- [0058] 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 가상 컬링 환경에서 하나 이상의 목표 위치 정보를 설정한 후 각 목표 위치 정보마다 스톤을 발사하여 투구하는 투구 실행 동작을 수행하고(S12), 스톤이 정지될 때까지 스위핑 온 동작을 수행하고 스톤이 정지되면 스톤 도착 위치 정보를 산출한다(S13, S14). 이때, 스톤이 정지되면 스위핑 해제 명령을 통해 스위핑 오프되도록 한다.
- [0059] 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보와의 오차 거리를 측정하여 오차 거리를 기준으로 스위핑 동작에 대한 보상을 설정하고, 설정된 보상에 따라 심층 신경망을 업데이트하고, 이러한 자가 학습 과정을 여러 차례 반복 수행한다(S15, S16). 심층 신경망 기반의 스위핑 모델은 입력값, 스톤의 도착 위치와 목표 위치 사이의 오차 거리를 기반으로 설정된 보상 정도를 이용하여 스위핑 역할에 대한 이해와 보상이 가장 높은 행동을 하도록 업데이트한다.
- [0060] 또한, 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 다양한 스위핑 동작에 대한 데이터들을 수집하기 위해 가상 컬링 환경을 무작위로 초기화한 후에 무작위로 목표 위치 정보를 선정하고, 스톤의 투구 실행 동작을 수행하여 스톤이 정지하기 전까지 스위핑 온 동작을 수행하여 스톤 도착 위치 정보와 목표 위치 정보 사이의 오차 거리를 측정하여 오차 정보를 저장한다. 또한, 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 오차 정보에서 사용한 가상 컬링 환경에서 각 목표 위치 정보마다 스톤을 투구하여 스톤이 정지될 때까지 스위핑 오프 동작을 수행하여 목표 위치 정보와 스톤 도착 위치 정보와의 오차 거리를 측정하여 오차대조정보를 생성하여 저장한다. 따라서, 스위핑 모델은 오차 정보와 오차 대조 정보를 비교하여, 그 비교 결과에 기반하여 정책과 보상을 설정할 수 있다.
- [0061] 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 스톤의 투구 실행값, 스톤의 이동 영역, 스위핑 영역, 스톤의 이동 및 스위핑 온 동작으로 인해 변화하는 페블의 마찰계수를 반영하는 빙질 정보를 데이터베이스(170)에 저장한다.
- [0062] 이와 같이, 스위핑 모델을 학습하기 위해서는 수행된 행동(action)의 결과를 평가하고, 그 평가 결과에 기반한 보상(Reward) 설계를 통해 스위핑 모델을 심층 강화 학습을 수행할 수 있다.
- [0063] 도 6에 도시된 바와 같이, 동일한 빙질 환경 정보를 가지는 가상 컬링 환경에서 목표 위치 정보(Target point)를 향해 스톤을 발사하여 투구를 실행하면, 스위핑 오프 동작시 스톤 도착 위치 정보와 목표 위치 정보 사이의 제1 오차 거리(Error 1) 과 스위핑 온 동작시 스톤 도착 위치 정보와 목표 위치 정보 사이의 제2 오차 거리(Error 2)가 측정된다. 이때, 제1 오차 거리와 제2 오차 거리에 대한 오차 평가를 수행하면, 스위핑 온 동작시 오차거리가 짧아짐을 알 수 있다.
- [0064] 도 7에 도시된 바와 같이, 스위핑 모델은 오차거리에 따라 보상이 비례적으로 결정되도록 보상을 설계한다. 즉, 스위핑 모델은 스위핑 동작 없이 스톤의 투구 결과를 기준으로 스톤 도착 위치 정보가 목표 위치 정보를 많이 벗어난 경우에, 스위핑 온 동작에 기설정된 설정값만큼 보상을 감소시키고, 스위핑 오프 동작에 설정값만큼 보상을 증가시킨다.
- [0065] 또한, 스위핑 모델은 스톤 도착 위치 정보가 목표 위치 정보에 도달하지 못한 상태에서 스톤의 이동궤적을 따라 스위핑 온 동작을 수행해도 목표 위치 정보에 도달하기 불가능한 경우, 즉 오차 거리가 스위핑 최대 효과 범위를 벗어난 경우에 스위핑 온 동작에 설정값만큼 보상을 증가시키고, 스위핑 오프 동작에 설정값만큼 보상을 감소시킨다.
- [0066] 스위핑 모델은 스톤 도착 위치 정보가 목표 위치 정보에 도달하지 못한 상태에서 스위핑 온 동작시 목표 위치 정보에 도달 가능한 경우, 즉 오차 거리가 스위핑 최대 효과 범위 이내인 경우에 투구 오차와 스위핑 오차를 비교한다. 만일, 투구 오차가 스위핑 오차보다 작으면 설정값만큼 보상을 감소시키고, 투구 오차가 스위핑 오차보다 크면 오차 거리에 따라 보상에 설정값을 차등적으로 증가시킨다.
- [0067] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 컬링 스위핑 제어 시스템을 스킵 로봇, 스위핑 로봇 및 투구 로봇에 적용하여 설명하는 예시도이고, 도 9는 도 8에 의해 스위핑 로봇의 스위핑 동작 상태를 설명하는 도면이며, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 컬링 스위핑 제어 시스템에 의해 투구 결과에 기반한 스위핑 동작 결과를 설명하는 도면이다.
- [0068] 컬링 스위핑 제어 시스템(100)은 가상 컬링 환경에서 학습된 심층 신경망 기반의 스위핑 모델을 이용해 실제 컬링 환경에서 그대로 이용하는 전이 학습(Transfer Learning)을 수행한다. 실제 컬링 환경에서 특정 센서 (예,

속도 측정 센서)를 이용하지 않고 실제 인간처럼 투구 후 이동하는 스톤 위치만을 이용하며 심층 신경망의 스위핑 모델을 통해 스위핑 수행 여부를 판별하여 인공지능기반의 스위핑 로봇을 실시간으로 제어한다.

[0069] 즉, 투구 로봇이 스톤을 투구하면, 스킵 로봇의 카메라 장치(200)를 이용해 실시간으로 현재 스톤 위치를 받아와 심층 신경망 기반의 스위핑 모델을 통해 스위핑 수행 여부(스위핑 On, 스위핑 Off)를 판단하여 스톤이 정지될 때까지 실시간 스위핑 제어 정보를 스위핑 로봇에 전송한다.

[0070] 스포츠 컬링 게임에서 스톤은 빙판의 페블에 따라 이동 경로와 이동 거리가 변화하므로 목표 위치로 스톤을 이동시키기 위해서는 높은 수준의 상황 인지 능력과 빠른 스위핑 수행 여부 판별이 중요하다.

[0071] 따라서, 컬링 스위핑 제어 시스템은 움직이는 스톤 위치와 목표 위치 정보를 이용하여 현재 상황에서 목표 위치로 이동하기 위해 실시간 스위핑 수행 여부를 판별하는 스위핑 모델을 심층강화학습을 이용해 학습한다.

[0072] 도 10의 (a)는 스톤의 투구 동작 후 스위핑을 수행하지 않을 경우의 투구 결과이고, (b)는 스톤의 투구 동작 후 스위핑을 수행했을 경우의 투구 결과를 나타낸 것이다. 가상 컬링 환경에서 목표 위치와 스톤의 도착 위치 사이의 오차 거리는 스위핑 오프 동작시 1.2m(12,800 투구 평균), 스위핑 온 동작시 0.28m(12,800 투구 평균)으로 나타남을 확인할 수 있다.

[0074] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 심층 신경망 기반의 컬링 스위핑 제어 방법은, 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 이러한 기록 매체는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함하며, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함하며, 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0075] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0076] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

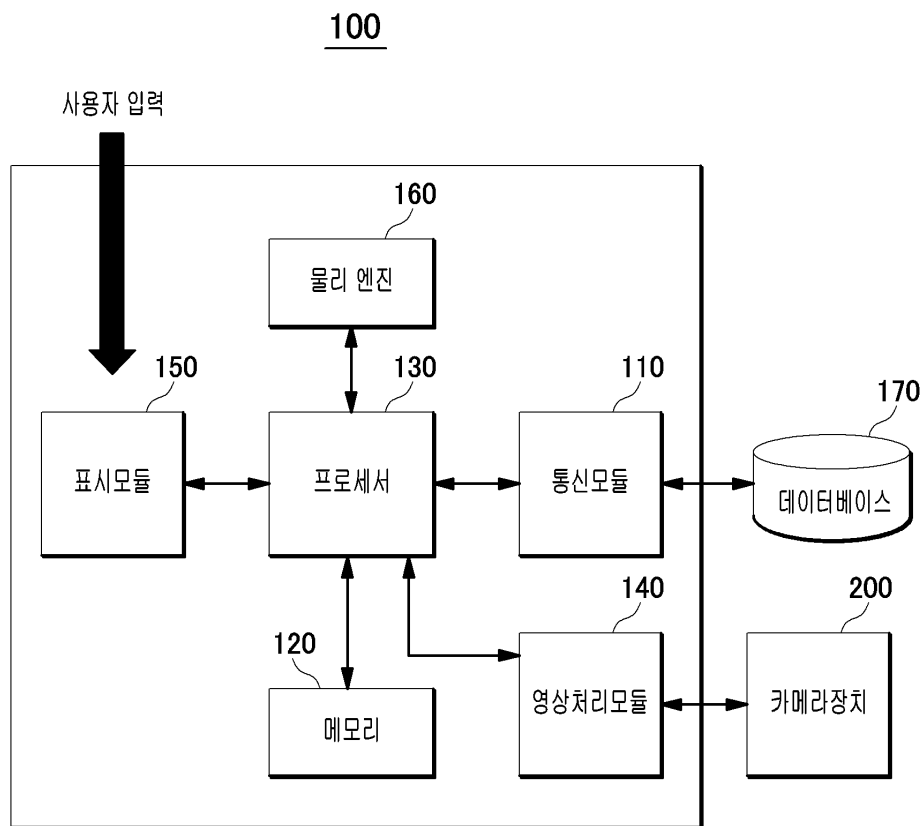
부호의 설명

[0077]

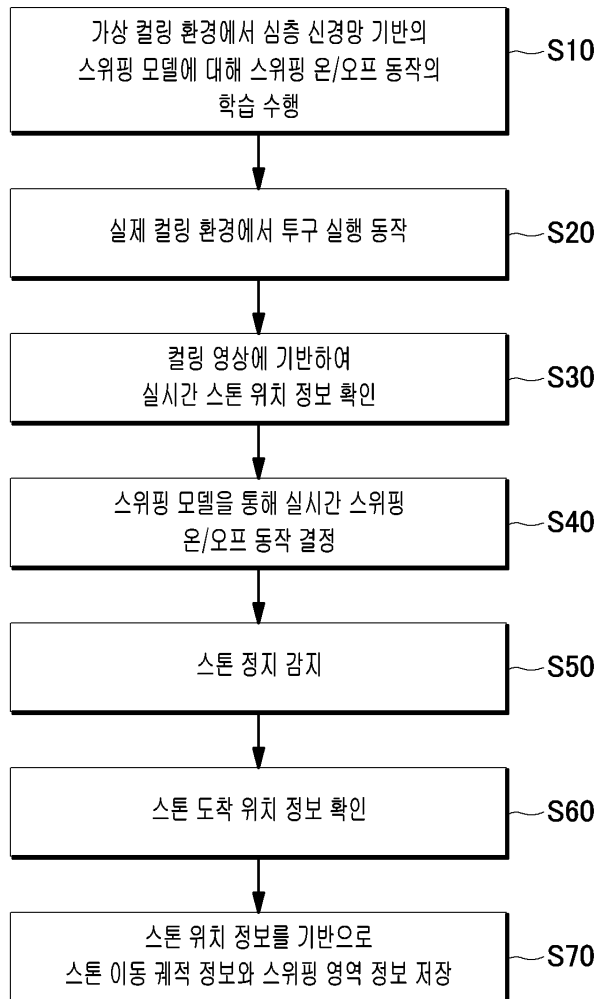
100 : 컬링 스위핑 제어 시스템	110 : 통신 모듈
120 : 메모리	130 : 프로세서
140 : 영상 처리 모듈	150 : 표시 모듈
160 : 물리 엔진	170 : 데이터베이스

도면

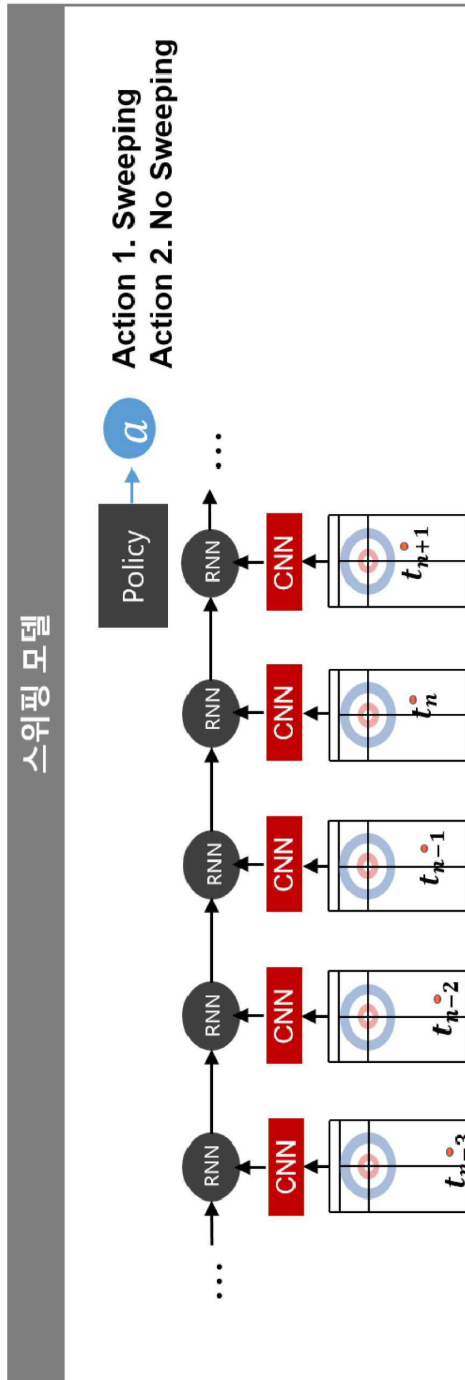
도면1



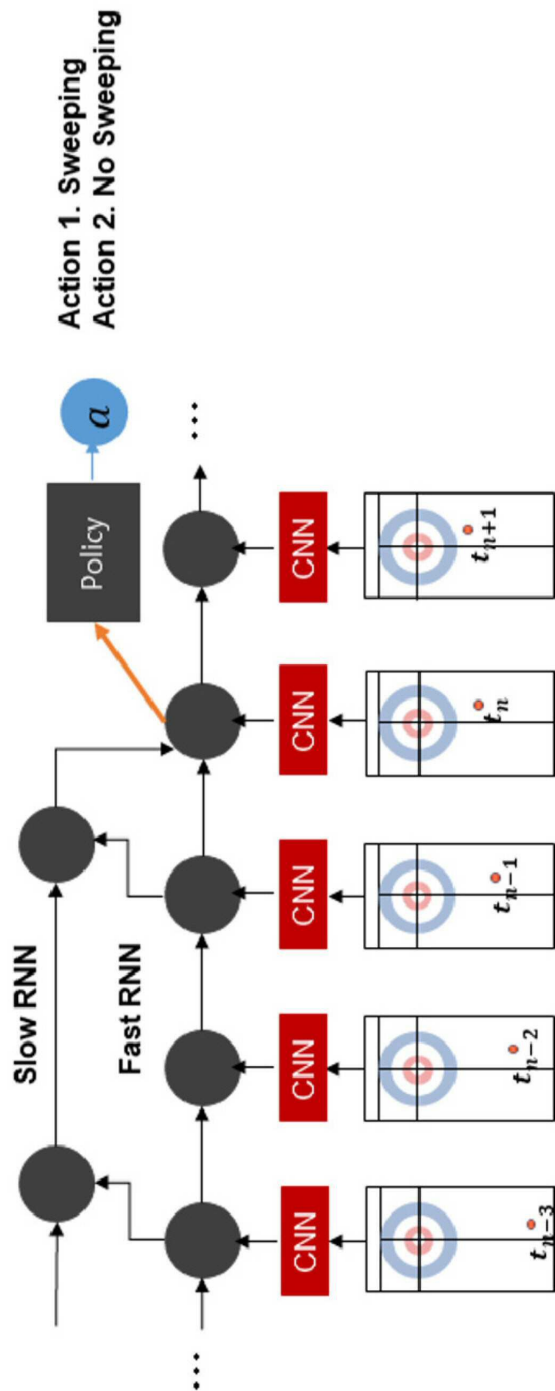
도면2



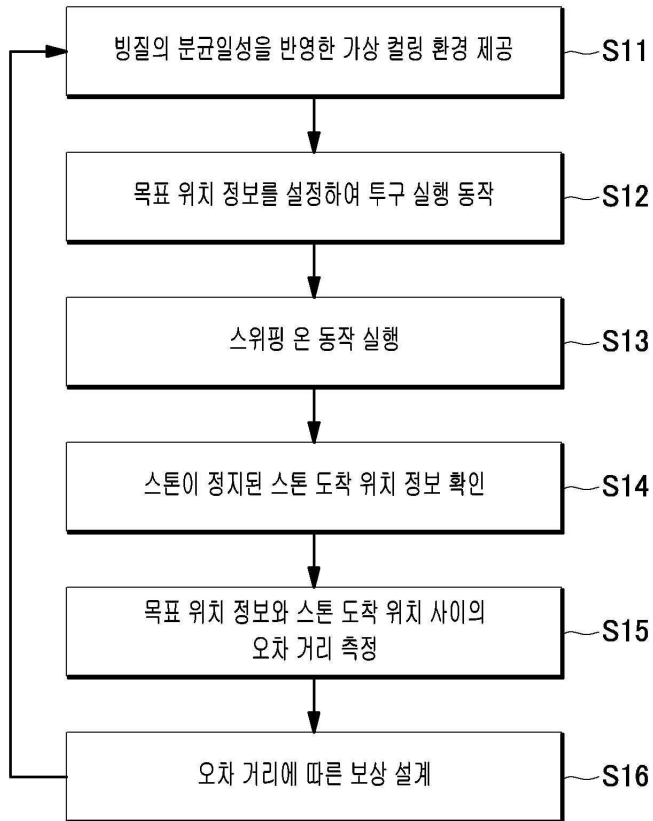
도면3



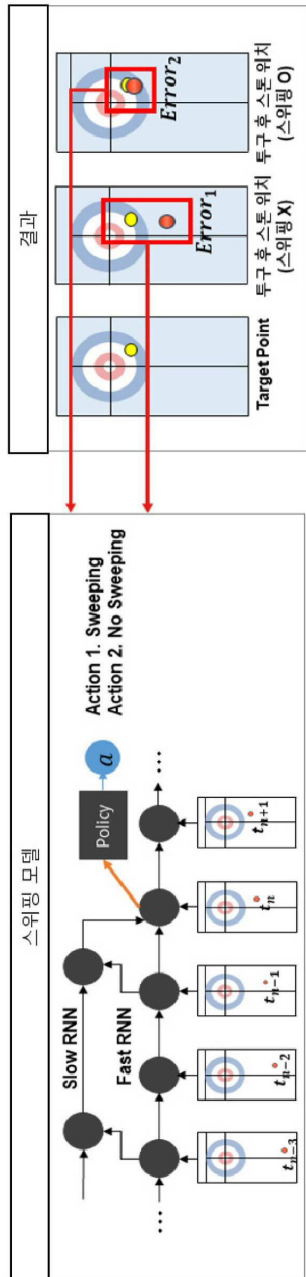
도면4



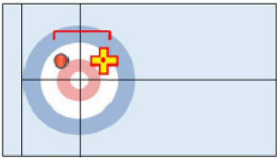
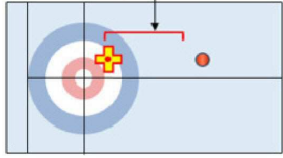
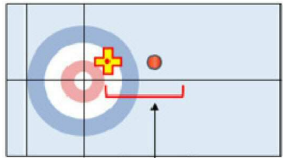
도면5



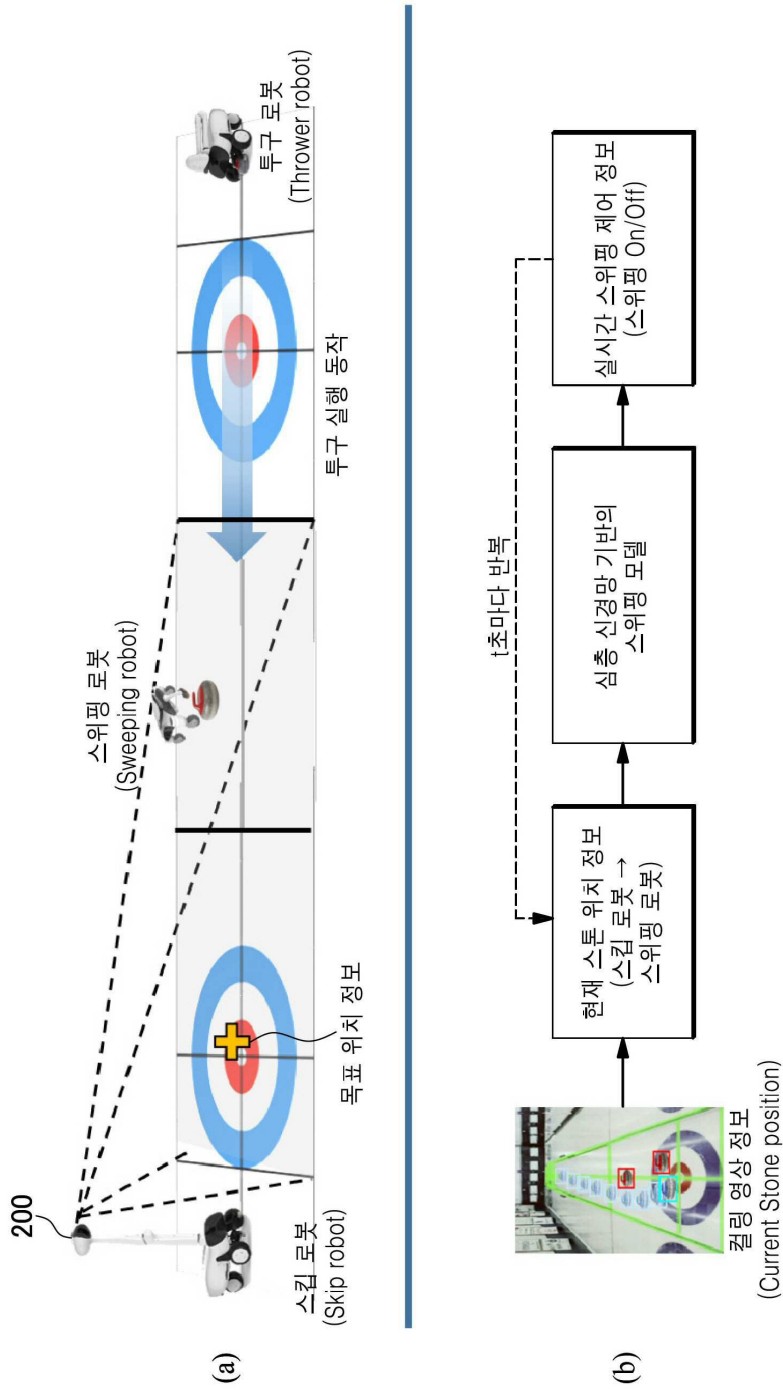
도면6



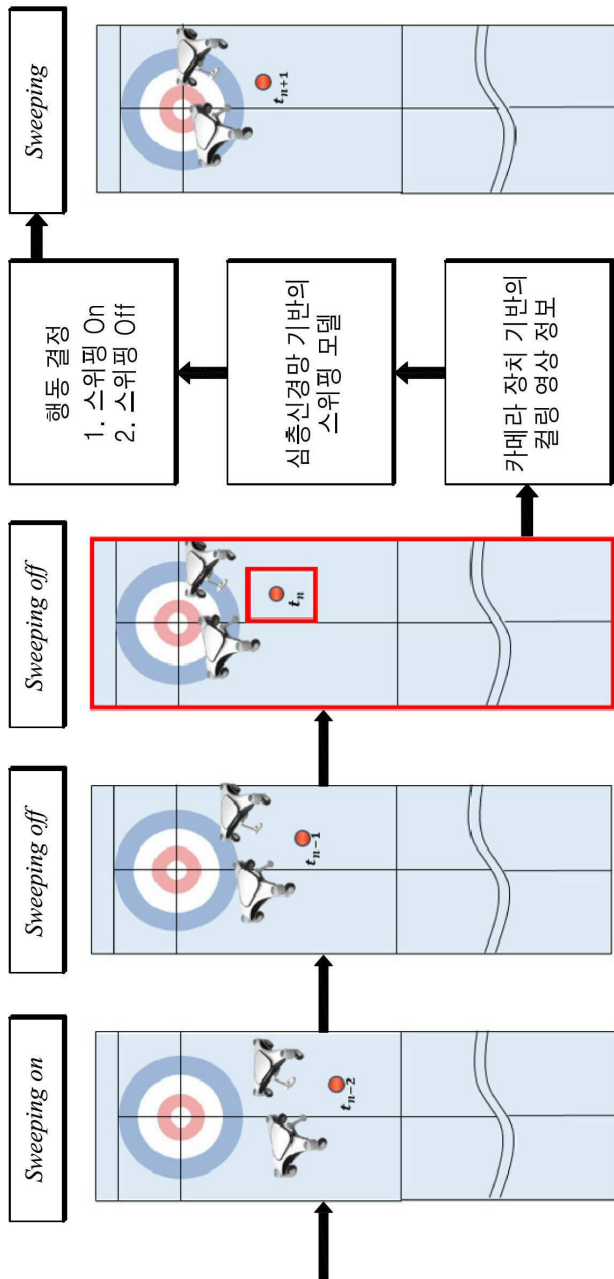
도면7

스위핑 모델의 보상 설계				
투구 결과	 + : 목표 위치 ● : 도착 위치		 스위핑 횟수와 효과 범위	1. 투구 시 오차 < 스위핑 오차: -보상 1. 투구 시 오차 > 스위핑 오차: -보상 목표 위치와 도착 위치 사이의 거리에 따른 + 차등 보상
보상	스위핑 On : -보상 스위핑 Off : +보상	스위핑 On : +보상 스위핑 Off : -보상		

도면8



도면9



도면10

