

예측동역학: 최적화 기반 인체 모션 시뮬레이션 방법
(Predictive Dynamics: an optimization based method for human motion simulation)

초록:

예측동역학 (predictive dynamics)은 사실적인 인체 모션 시뮬레이션 (human motion simulation)을 위한 수학적 모델링 방법으로 최적화 기법 (optimization)을 써서 가상 현실 속에서 사람의 모션을 예측한다. 이 방법에서 가상현실 속 아바타 (avatar)의 모션은 거리, 속도, 에너지 등의 performance measure 들에 의해 정해지게 되고 이러한 performance measure 들은 최적화 기법에서 objective function 들로 적용이 된다. 또한 이 방법은 방정식의 적분 없이 동역학 모션을 예측 가능하게 하고 최적화 문제로의 접근, 즉 적절한 performance measure 들과 constraints 들을 적용함으로써 동역학 시스템의 사실적인 모션을 구현한다. 최적화 formulation 내에서 기구학과 동역학의 인자들이 미지수로 되어있으며 운동방정식은 equality constraints 로 작용을 한다. Time discretization 을 위해 B-spline interpolation 이 쓰였고 Denavit-Hartenberg method 와 recursive Lagrangian formulation 이 쓰였으며 최적화 process 에서 objective function 과 constraints 에 analytical gradients 가 제공이 된다. 조인트 각도 및 토크에 대한 constraint 조건들은 쉽게 적용이 가능하고 이러한 방법의 모션 예측은 주어진 특정의 시나리오 속에서 사람이 왜 그렇게 움직이는지 아바타를 통하여 알아볼 수 있게 해준다. 또한 연속되는 무한히 많은 시나리오도 주어질 수 있고 그 속에서 어떻게 아바타가 움직이는지 알 수 있게도 해준다. 이러한 인체 모션 예측 기술은 자동차, 군수, 의료, 로봇 등의 넓은 산업체 영역에서 다양한 응용으로 적용될 수 있다.

키워드: 예측동역학, 최적화, 인체 모션 시뮬레이션 (predictive dynamics, optimization, human motion simulation)

Predictive Dynamics: an optimization based method for human motion simulation

Abstract:

Predictive dynamics is an approach for simulating realistic human motion in a virtual world with an optimization-based motion prediction. With this approach, motion is governed by human performance measures, such as speed and energy, which act as objective functions to be optimized. It avoids direct integration of differential-algebraic equations in order to create the resulting simulations for redundant digital human models. Instead, it formulates an optimization problem by defining appropriate performance measures and constraints to recover the real motion of the dynamic system. In the formulation, both kinematics and kinetics parameters serve as unknowns, and equations of motion are treated as equality constraints. Procedures to choose physical performance measures and appropriate constraints based on the available information about the bio-system are presented. Constraints on joint torques and angles are imposed quite easily. Predicting motion in this way allows one to use avatars to study how and why humans move the way they do, given specific scenarios. It also enables avatars to react to infinitely many scenarios with substantial autonomy. Such motion prediction capabilities have a wide variety of applications for industries ranging from automotive to military to clinical analysis and design.

Key word: Predictive dynamics, Optimization, Human motion simulation