

Crouch Simulation

Yoonsang Lee,
Movement Research Lab.,
Seoul National University

Introduction

- Crouch 실험에서 관찰된 각 인자와 안정도 간의 관계가 시뮬레이션에서도 같은 모습으로 나타나는가
- 주요 인자 : crouch 각도, 보행속도, 보폭, 미는강도, 미는타이밍

Components

- Human model
- Reference motion
 - 일반적인 보행 모션에서 crouch 각도, 보행속도비율, 보폭비율을 조절하여 원하는 조건의 reference motion 만듦
- Biped controller
 - Human model이 균형을 유지하며 reference motion을 재현하도록 control
 - 10 parameters
- Simulation
 - 각각 다른 crouch 각도, 보행속도비율, 보폭비율을 갖는 reference motion을 재현하는 human model을
 - 미는강도, 미는타이밍을 매번 달리하여 미는 시뮬레이션
 - 결과로 밀린거리, 밀린걸음수, 실제보폭, 실제보행속도 기록

Controller Parameter Optimization

- Controller parameters는 어떻게 결정?
- 아래의 목적함수를 최소로 만드는 파라미터

$$E = w_1 E_{fail} + w_2 E_{pose} + w_3 E_{param}$$

N_t : number of time slot, N_j : number of joints

$$E_{fail} = \sum_t^{t_{fail}} 0 + \sum_{t_{fail}}^{N_t} 1$$

$$E_{pose} = \sum_t^{N_t} \sum_j^{N_j} \|\log(\mathbf{R}_j^{ref} (\mathbf{R}_j^{sim})^T)\|$$

$$E_{param} = \sum_t^{N_t} \|\theta\|$$

Controller Parameter Optimization

- 한번의 목적함수 평가는 일반적인 보행모션을 재현하는 10초 동안의 시뮬레이션
- 이렇게 구한 파라미터는 최적화에 사용한 보행모션의 재현은 잘 하지만 crouch각도, 보폭 등이 바뀌는 경우에 대해서 굉장히 취약함
- 목적함수 평가를 할 때 일정 시점에 일정한 힘으로 미는 것을 추가. 최적화로 구한 파라미터는 모션의 변화에 대해 안정성이 높아짐.
- CMA optimization

Simulation Cases

- push_step : 몇 번째 걸음에 미는가
- push_duration : 몇 초동안 미는가
- push_force : 미는 힘 (N)
- push_start_timing : 밀기 시작하는 시점
- step_length_ratio : 원본 모션의 보폭에 대한 실험 모션의 비율
- walking_speed_ratio : 원본 모션의 보행속도에 대한 실험 모션의 비율
- crouch_angle

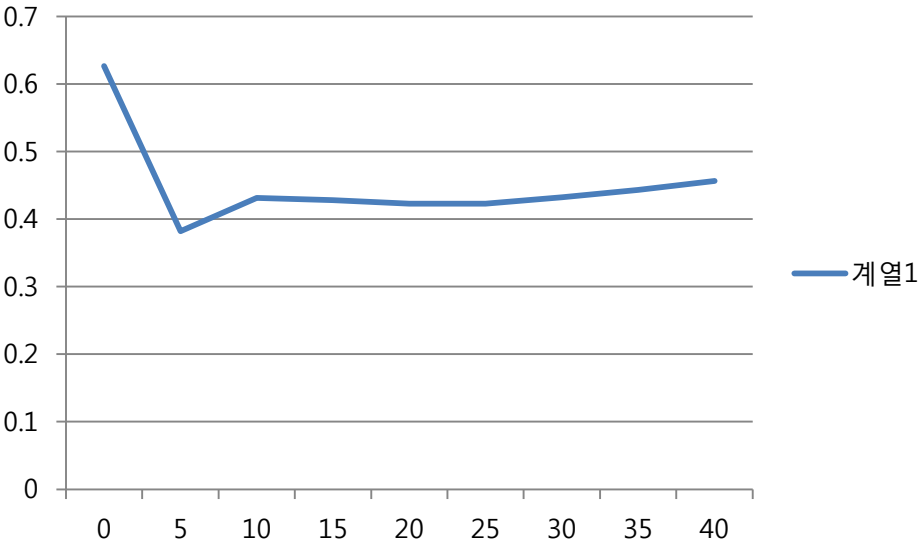
Simulation Cases

- push_step : 8
- push_duration : 0.2s
- push_force : [-50. -100. -150. -200. -250. -300. -350. -400. -450. -500.] N
- push_start_timing : [0. 20. 40. 60. 80. 100.] %
- step_length_ratio : [0.5 0.75 1. 1.25 1.5] 배
- walking_speed_ratio : [0.5 0.75 1. 1.25 1.5] 배
- crouch_angle : [0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90]도
- 총 $1*1*10*6*5*5*19 = 28500$ cases

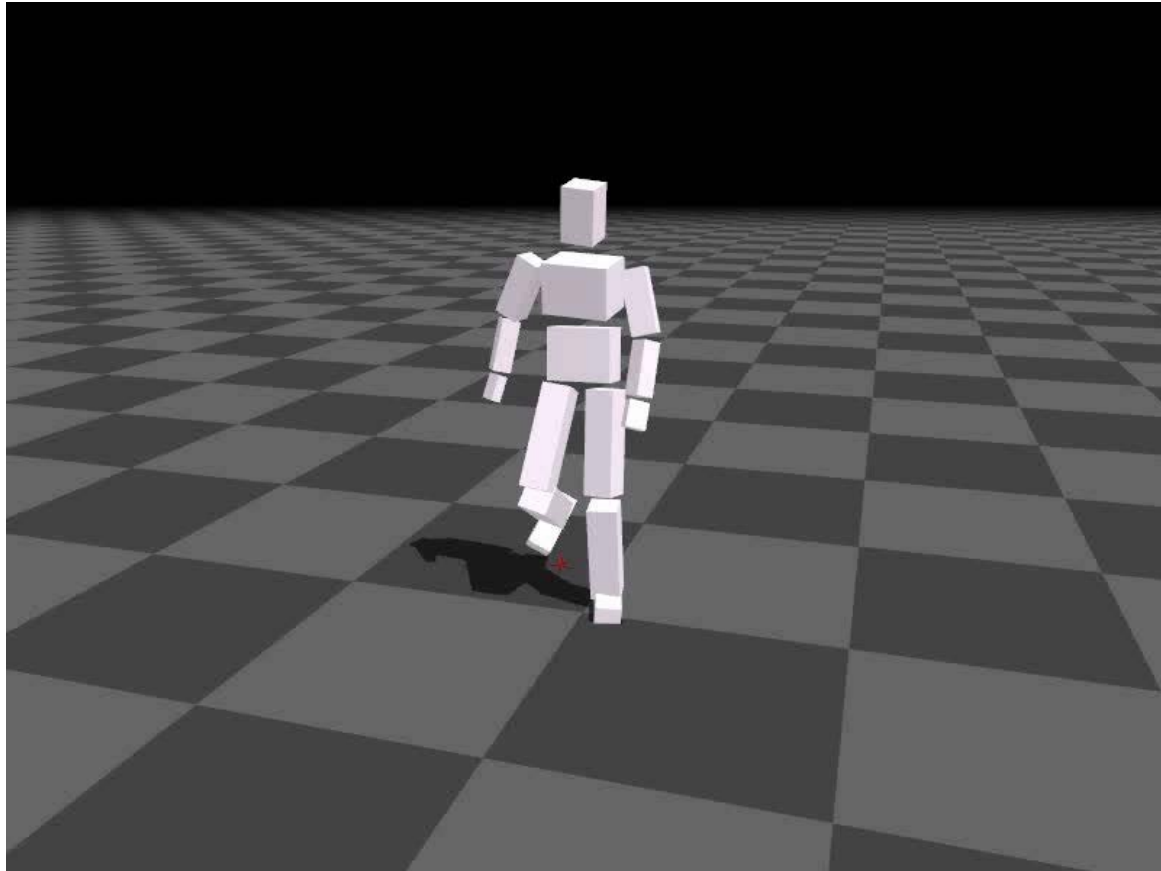
Result

- 707 case에 대해 넘어지지 않고 결과 측정

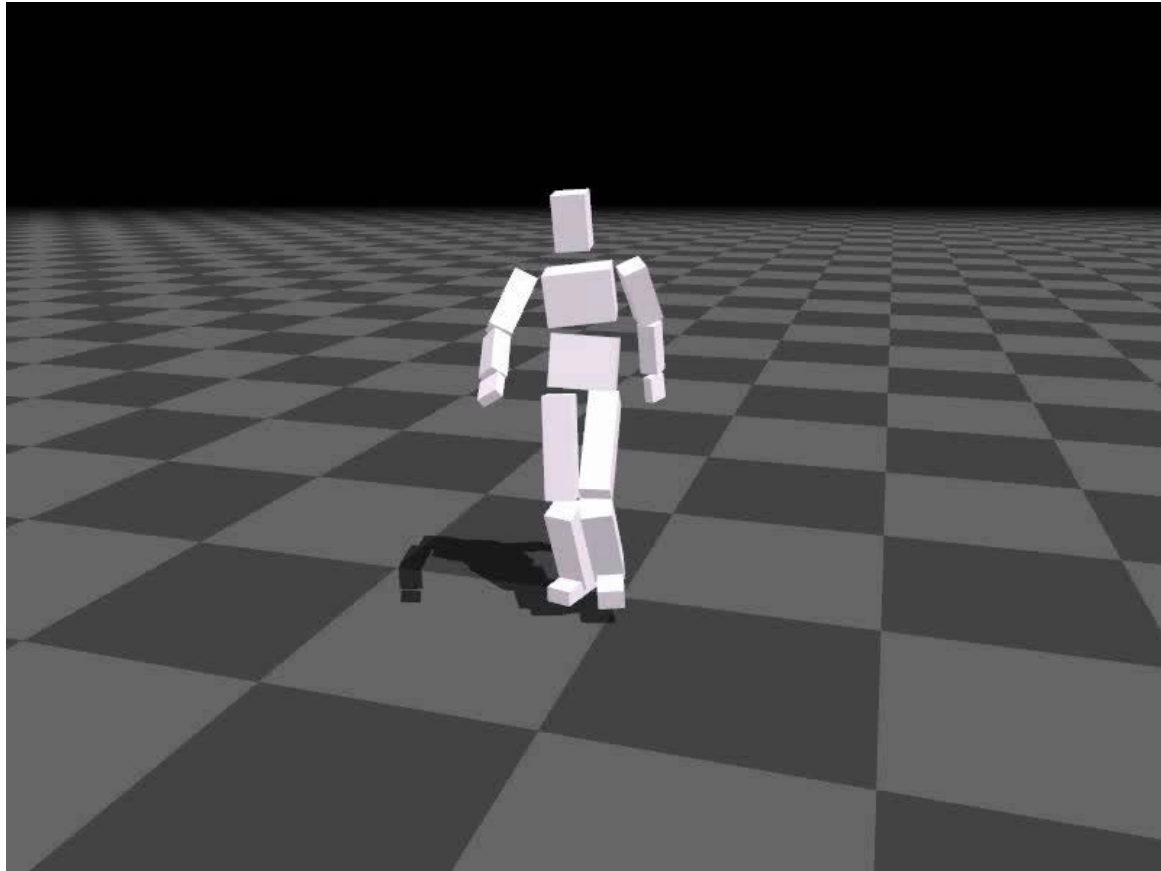
ith	crouch_angle	pushed_length
741	0	0.626728
2241	5	0.382019
3741	10	0.431509
5241	15	0.428292
6741	20	0.422979
8241	25	0.423039
9741	30	0.432124
11241	35	0.443083
12741	40	0.456302



ith	crouch_angle	pushed_length
741	0	0.626728
2241	5	0.382019
3741	10	0.431509
5241	15	0.428292
6741	20	0.422979
8241	25	0.423039
9741	30	0.432124
11241	35	0.443083
12741	40	0.456302



ith	crouch_angle	pushed_length
741	0	0.626728
2241	5	0.382019
3741	10	0.431509
5241	15	0.428292
6741	20	0.422979
8241	25	0.423039
9741	30	0.432124
11241	35	0.443083
12741	40	0.456302



Musculoskeletal Model Control

Yoonsang Lee,
Movement Research Lab.,
Seoul National University

Goal

- Walking controller of musculoskeletal human model
- Extend beyond just walking



Thank you