

군중 시뮬레이션을 위한 외향과 내향 성격을 적용한 에이전트 설계

박상욱¹, 트리스탄 바사², 이원형³
중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과^{1 2 3}
{w00gi¹, trisb²}@hotmail.com, whlee@cau.ac.kr³

Extraversion & Introversion Type Agent Design for Crowds Simulation

Sang Wook Park¹, Tristan Basa², Won Hyung Lee³
Department of Image Engineering, Graduate School of Advanced Imaging Science,
Multimedia & Film, Chung-Ang University^{1 2 3}

요약

건물의 평면 디자인이나 도로의 디자인과 같은, 보행자를 고려해야 하는 디자인 혹은 그와 유사한 문제의 최적화를 위해서 군중 시뮬레이션이 필요한 경우가 있다. 이때 보행자 에이전트에 대한 모델이 필요하며 에이전트 디자인을 얼마나 신중하게 하느냐가 군중시뮬레이션의 결과에 많은 영향을 미친다.

기존의 보행자 모델은 에이전트로 하여금 이성적 행동을 하도록 하는 데에 초점이 맞추어져 있었다. 하지만 사람은 심리경향을 갖고 있으며, 이를 고려한 보행자 모델은 좀 더 현실과 가까운 군중 시뮬레이션이 가능하도록 해 준다.

본 논문에서는 MBTI(Myers-Briggs Type Indicator)의 척도 중 하나인 외향과 내향 척도를 기존의 보행자 모델에 적용시켰다. 외향과 내향을 하나의 변수로 보고 그에 따른 행동 패턴의 결정에 대한 함수를 만들었다.

그리고 이 모델을 사용하여 2 차원의 군중시뮬레이션을 해 보았다. 이 시뮬레이션은 출구를 가지고 있는 평면구조를 사용하여 위급한 상황일 때를 가정하여 에이전트들이 출구로 빠져나가도록 하는 것이다.

Keyword : HCI, AI, Agent, Simulation, MBTI

1. 서론

보행자가 존재하게 될 디자인을 평가하고 최적화할 때 보행자의 행동을 예측하는 것은 쉽지 않다. 한 가지 알 수 있는 것은 독립된 보행자들이 목적지로 가는 과정에서 상호작용하는 것에 의해 움직임이 결정된다는 것이다.

평범한 상황에서의 대략적인 행동을 예측하기 위해서는 단순한 보행자 에이전트 모델로도 어느 정도 예측이 가능하다. 하지만 화재 시와 같은 혼란 상태의 행동을 예측할 때는 단순한 모델로는 예측이 힘들어질 수 있다. 이런 극단적인 상황은 실제 건물에 불이 나게 한 뒤 사람들이 뛰어다니도록 해서 실험을 할 수 있기는 하지만, 생명을 잃는

것도 실제로 일어나게 된다.

이런 공황상태에 있을 때의 사람의 행동을 예측해 보행자 모델로 만들어 군중 시뮬레이션을 한다면 건물이나 생명의 손실 없이 대략적인 실험을 해 볼 수 있게 된다. 건축가와 도시 계획자들은 이런 공황상태에 보행자들이 모두 안전할 수 있도록 출입구나 비상탈출구 또는 통행로의 면적 같은 구조의 최적의 형태를 설계하기 위해 군중 시뮬레이션을 사용하곤 한다.

가장 효과적인 방법은 종종 비 직관적이다. 출구 앞에서 정확하게 계산된 거리에 놓이는 직경 1m 정도의 기둥은 그 방해물이 위급 요소보다 먼저 보행자들의 혼잡을 나눈다고 할 때, 넓은 방의 보

행자들이 빠져나가는 속도를 최고 30% 정도 빠르게 할 수도 있다. (그림 1)

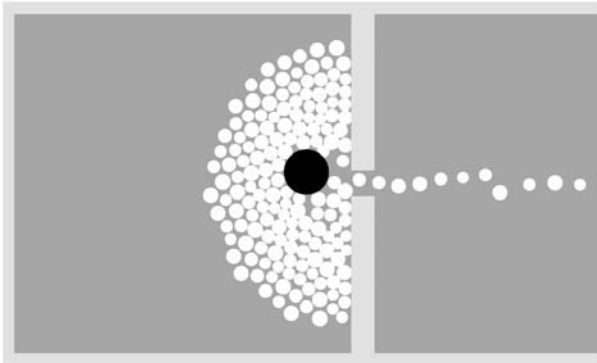


그림 1. 비 직관적이지만 효율적인 디자인

이러한 특수한 상황의 시뮬레이션을 위해서는 이성적 행동을 하도록 설계된 기존의 에이전트에서 한 단계 더 나아간, 감성을 가진 에이전트가 필요하게 된다. 감성을 가지고 있는 에이전트를 모델링 하기 위해, Helbing의 Social Force Model 을 확장해 사용했다.

능률과 불쾌는 각각의 에이전트 자신의 경험에 따라 능률과 불쾌의 평가에 의해서 계산될 수 있다. 목표는 불쾌를 최소로 하고, 능률을 최대로 하는 것이다. 그리고 최적의 조건을 찾기 위해 시뮬레이션을 한다.

이 접근은 전통적인 방법을 조금 개선한 것으로 생각할 수 있다. 전통적인 방법은 최적화 과정을 빠르게 하기 위한 전 처리 단계로 사용될 수 있다. 본론에서 Helbing의 Social Force Model과 위급한 상황을 포함하기 위한 그 모델의 확장에 대해서 논의한다. 2-2에서는 성격유형 지표인 MBTI에서 외향과 내향 척도를 에이전트에 적용시켜보도록 하겠다. 본 논문에서는 에이전트의 설계에 대해 중점적으로 논의하고 디자인 최적화에 대한 구체적인 논의는 하지 않기로 한다.

결론에서는 본론에서 제시한 에이전트의 이점과 개선점에 대해 논의한다.

2. 본 론

2-1. Social Force Model 과 시뮬레이션

Social Force Model 은 대략적으로 조직화 현상을 가져오게 하는 보행자 에이전트 개개의 행동을 설명한다. 여기서 작용하는 힘은 보행자 자신에게 쓰이지 않고 개개의 에이전트가 행동하기 위한 동기 부여의 역할을 한다.

Helbing 과 Molnar 는 평상시와 공황상태를 위해 2개의 보행자 행동 모델을 제안했다.

2-1-1. 평상시의 보행자 행동 모델

보통의 상황에서 보행자에게 작용하는 힘은 다음과 같이 설명할 수 있다.

[1]

1. 보행자는 목적지에 가능한 한 효율적으로 움직이려고 한다.
2. 보행자는 다른 보행자로부터의 편안한 거리를 유지하고 싶어한다.
3. 보행자는 벽과 같은 장애로부터의 편안한 거리를 유지하고 싶어한다.
4. 보행자는 다른 보행자 또는 객체에게 끌릴 수 있다.

시간 t 에 보행자 i 에 따라 행동하고 있는 이 힘은 방정식 [1]로 표현할 수 있다.

$$f_i(t) = \frac{v_i^0(t)e_i^0(t) - v_i(t)}{T_i} + \sum_{j(\neq i)} [f_{ij}^{soc}(t) + f_{ij}^{att}(t)] + \sum_b f_{ib}(t) + \sum_k f_{ik}^{att}(t)$$

방정식 [1]

v_i^0 는 바라는 속도,

e_i^0 는 바라는 방향,

T_i 는 “이완 시간”(소동 이후 바라는 속도에 돌아오는 시간),

f_{ij}^{soc} 는 불쾌에 따른 힘,

f_{ij}^{att} 는 끄는 힘,

j는 다른 보행자 변수,

b는 경계 혹은 벽,

k는 그림, 창문 등의 마음을 혼란 시키는 대상을 표현한다.

2-1-2. 공황상태의 보행자 행동 모델

Helbing에 의하면 공황상태에 있는 보행자가 출구를 찾아 움직일 때에는 다음의 특징을 가지고 있다.

[2]

1. 공황상태를 빠져나갈 때는, 개개인은 신경이 예민해지고 장님과 같은 행동을 하는 경향이 있다.
2. 사람들은 평상시보다 빠르게 움직이려 한다.
3. 개개인들은 밀기 시작한다. 그리고 사람들 사이에서는 자연스럽게 물리적인 작용이 일어나게 된다.
4. 병목구간에서의 움직임은 통제하지 못하게 되는 경우가 많다.
5. 출구에서는 혼잡이 중첩된다.
6. 혼잡한 군중 사이의 신체접촉은 미터당 4,500 뉴턴까지 더해질 수 있고, 이것은 위험할 수 있다. 이 힘은 철제 바리케이드를 구부리거나 벽을 무너뜨릴 수도 있다.
7. 빠져나가는 것은 떨어지거나 다친 사람의 장애로 인해 늦어진다.
8. 사람들은 다른 사람들의 행동을 보고 따라 하기 위해 무리를 짓는 경향이 있다.
9. 보조 출구는 멀리하거나 도피 수단으로 효율적으로 사용되지 않는 경향이 있다.

추가적인 힘은 아래 식에 의해 주어진다.

$$f_{ij}^{ph}(t) = k\Theta(r_{ij} - d_{ij})n_{ij} + k\Theta(r_{ij} - d_{ij})\Delta v_{ij}'t_{ij}$$

방정식 [2]

$k\Theta(r_{ij} - d_{ij})n_{ij}$ 는 보행자 i와 j 사이의 신체의 힘을 표현한다. 만일 $r_{ij} - d_{ij}$ 가 음수이면 그것은 0이다. 그리고 두번째 부분은 t_{ij} 의 접선방향에 대응하는 점에서 “미끄럼 마찰”을 표현한다. 그리고 v_{ij}' 는 접선 속도 차이에 대응한다.

2-1-3. 시뮬레이션

위의 모델은 주어진 시나리오에서 보행자의 행동의 대략적인 시뮬레이션을 할 수 있게 해 준다. 이런 시뮬레이션을 반복하며 디자인을 최적화 할 수 있게 된다.

검색 공간의 각 점 s는 어떤 물리적 시스템의 상태와 비교된다. 그리고 최소의 기능을 가진 E(s)는 그 상태로 시스템의 내부 에너지로 해석된다. 그러므로 목표는 임의의 처음 상태에서 최소의 가능 에너지를 갖고 있는 상태까지 시스템을 가져오는 것이다. 시스템은 낮은 에너지 상태로 움직이는 경향이 있다.

각 단계에서 개개인은 주변에 있는 사람들을 현재 상태 s로 간주하고, s쪽으로 움직이거나 상태 s에 그대로 있는 것 중 하나를 선택하게 된다. 일반적으로 시스템이 특정 상태에 도달할 때까지 이런 단계가 되풀이 된다.

이런 시뮬레이션을 사용해 설계를 최적화시키는 방법은 설계를 변경하는 단계를 줄여줄 수 있다. 다음의 의사코드는 s0와 kmax까지 또는 에너지 emax가 남아있는 상태까지 반복되는 시뮬레이션을 하도록 한다.

neighbour(s)함수의 호출은 주어진 상태 s에서 무작위로 neighbour를 생성한다.

random()함수의 호출은 [0, 1)범위 안에서 무작위 값을 반환한다.

디자인을 최적화시키는 과정은 temp(r)함수로 정의된다.

```

s := s0
e := E(s)
k := 0
while k < kmax and e > emax
  sn := neighbour(s)
  en := E(sn)
  if en < e or random() < P(en - e, temp(k/kmax))
  then
    s := sn; e := en
  k := k + 1
return s

```

표 2-1. 시뮬레이션을 위한 의사코드

2-2. 성격유형 지표 MBTI

MBTI는 한국에 잘 알려진 성격유형 검사 도구이다. 2-2. 의 내용은 한국 MBTI연구소에서 제공하는 내용을 참조하였다.

2-2-1. MBTI란

MBTI(Myers-Briggs Type Indicator)는 C.G.Jung의 심리유형론을 근거로 하여 Katharine Cook Briggs와 Isabel Briggs Myers가 생활에 유용하게 활용할 수 있도록 고안한 자기보고식 성격 유형 지표이다.

2-2-2. 성격유형 구분

MBTI는 네 가지 분리된 선호 경향으로 구성되어 있다. 선호 경향이란 Jung의 심리 유형론에 따르면, 교육이나 환경의 영향을 받기 이전에 이미 인간에게 잠재되어 있는 선천적 심리 경향을 말하며, 각 개인은 자신의 기질과 성향에 따라 아래의 4가지 이분 척도에 따라 둘 중 하나의 범주에 속하게 된다.

외향(E) Extraversion	에너지 방향, 주의초점 ←→	내향(I) Introversion
감각(S) Sensing	인식기능(정보수집) ←→	직관(N) iNtuition

사고(T) Thinking	판단기능(판단, 결정) ←→	감정(F) Feeling
판단(J) Judging	이행양식/생활양식 ←→	인식(P) Perceiving

표2-2. MBTI의 4가지 이분 척도

2-2-3. 외향형(Extraversion)과 내향형(Introversion) 지표의 설명

개인의 에너지 방향이나 주의 초점에 따라 외향형과 내향형으로 구분되며 주요한 설명 내용과 대표적인 표현 내용은 아래와 같다.

선호지표	외향형	내향형
설명	폭넓은 대인관계를 유지하며 사교적이며 정열적이고 활동적이다	깊이 있는 대인관계를 유지하며 조용하고 신중하며 이해한 다음에 경험한다
대표적 표현	자기외부에 주의 집중 외부활동과 적극성 정열적, 활동적 말로 표현 경험한 다음에 이해 쉽게 알려짐	자기내부에 주의 집중 내부활동과 집중력 조용하고 신중 글로 표현 이해한 다음에 경험 서서히 알려짐

표 2-3. 외향형과 내향형 지표의 설명

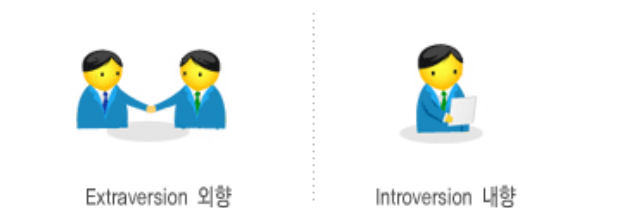


그림 2-1. 그림으로 표현한 외향형과 내향형 지표

본 논문에서는 MBTI 의 4 가지 이분 척도 중, 첫 번째인 외향과 내향 척도만을 적용시켜보기로 했다. 때문에 나머지 3 가지 이분 척도에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다.

2-2-4. 외향과 내향 척도를 적용한 에이전트 모델 2-2-3.의 척도를 에이전트 모델에 적용시켜보겠다. 보통 상황일 때의 모델 [1]의 내용에 다음의 내용이 추가된다.

5. 보행자는 다른 보행자나 객체와의 거리 유지와 끌리는 정도가 다르다.

이 내용을 추가함으로써 외향적인 보행자는 좀 더 다른 보행자와 가까이 있고 싶어하고, 다른 보행자에게 더 끌리게 된다. 수학적 모델링을 위해 외향과 내향 척도를 함수 E(i)를 사용해 표현 하겠다.

방정식 [1]에서, v_i^0 , f_{ij}^{soc} , f_{ij}^{att} 앞에 E(i)가 추가되며 E(i)의 값은 i 값에 의해 [0, 1]범위 내에서 결정된다.

변형된 식은 아래와 같다.

$$f_i(t) = \frac{E(i)v_i^0(t)e_i^0(t) - E(i)v_i(t)}{T_i} + \sum_{j(\neq i)} [E(i)f_{ij}^{soc}(t) + E(i)f_{ij}^{att}(t)] + \sum_b f_{ib}(t) + \sum_k E(i)f_{ik}^{att}(t)$$

방정식 [1-1]

공황상태에서 추가되는 힘인 방정식 [2]의 첫째 항에도 E(i)가 추가된다.

변형된 식은 아래와 같다.

$$f_{ij}^{ph}(t) = E(i)k\Theta(r_{ij} - d_{ij})n_{ij} + k\Theta(r_{ij} - d_{ij})\Delta v_{ij}^t t_{ij}$$

방정식 [2-1]

전체적인 의사코드에는 큰 변화가 없다.

2-2-5. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과 Helbing 의 모델과 비슷하게 보행

자들이 행동하긴 했으나 그 속도가 느려졌고, 따로 떨어져 있는 보행자가 보일 때도 있었다.

3. 결론

이성적 행동을 얼마나 잘 하느냐를 중심으로 연구 하던 기존의 에이전트 모델을 탈피한 Helbing 의 Social Force Model 을 소개하고 그 모델을 확장해 군중시뮬레이션에 적용한 과정을 소개했다.

그리고 소개한 감성적 에이전트 모델에 좀 더 객관적인 감성 모델인 MBTI 의 외향과 내향 척도를 적용시켜 보았다. 단순한 감성요소가 아닌, 선호 경향을 가지고 있는 성격을 생각해 에이전트를 모델링 함으로써 우리는 조금 더 현실과 비슷한 군중 시뮬레이션을 해 볼 수 있었다.

앞으로 MBTI 의 나머지 척도들을 적용시킨다면 보다 현실적인 에이전트 모델링이 가능할 것이다. Helbing 의 Social Force Model 을 확장한 에이전트는 여러 지 아이디어가 섞여있어 중복된 계산은 없는지, 더 필요한 계산은 없는지에 대한 고찰이 필요할 것으로 생각된다.

이런 에이전트 모델은 현실의 다른 문제를 시뮬레이션 해 볼 때도 유용하게 쓰일 수 있다. 온라인 게임에서 유저들이 어떻게 맵 안을 돌아다닐지를 예측해 맵 구조나 서버 설계를 할 수도 있다. 도로를 설계할 때도 설계한 후 테스트를 할 때도 사용할 수 있을 것이다.

4. 참고문헌

4-1. Helbing, D., Farkas, I. J., Molnar, P., and Vicsek, T., "Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations", Pedestrian and Evacuation Dynamics, pp. 21-58, Springer, Berlin, 2002.

4-2. Saunders, R., "Curious Design Agents and Artificial Creativity", http://www.arch.usyd.edu.au/~rob/study/publications/the_sis/index.html

4-3. Russel and Norvig, “Artificial Intelligence: A Modern Approach”, Prentice-Hall, New Jersey, 1995

4-4. http://en.wikipedia.org/wiki/Simulated_annealing

4-5. <http://www.mbt i .co .kr>

4-6. 김승기, “성격 유형과 프로젝트 팀웍 관리