韓國 컴퓨터情報學會 論文誌
第9卷 第3號, 2004. 9.

2004-9-3-1-11

인간의 감정에 기반한 동적 군중 시뮬레이션

문 찬 일*, 한 상 훈**

Emotion-Based Dynamic Crowd Simulation

Chan-Il Moon*, Sang-Hoon Han**

요 약

본 논문에서는 인간의 행동과 유사하게 군중을 재편성하는 행동패턴 모델을 제안하고, 그 모델을 가상환경의 캐릭터에 적용하여 구현하였다. 게임과 같은 가상환경에서 군중을 표현하는 군중 시뮬레이션의 사실감을 높이기 위하여 군중의 행동 패턴을 결정함에 있어 인간의 감정에 기반을 두었다. 이러한 모델을 바탕으로 인간의 감정을 캐릭터에 적용하고자 몇 가지 규칙을 정의하였고, 이를 바탕으로 군중에 속해있는 캐릭터들의 군중간의 이동을 사실적으로 구현하였다. 본 연구를 적용하여 보다 자연스러운 군중의 행동을 시뮬레이션 할 수 있을 것이다.

Abstract

In this paper we present a hybrid model that enables dynamic regrouping based on emotion in determining the behavioral pattern of crowds in order to enhance the reality of crowd simulation in virtual environments such as games. Emotion determination rules are defined and they are used for dynamic human regrouping to simulate the movement of characters through crowds realistically. Our experiments show more natural simulation of crowd behaviors as results of this research.

▷ Keyword : 군중 시뮬레이션(crowds simulation), 게임(game), 감정(Emotion), 행동패턴(behavior pattern)

• 제1저자 : 문찬일
• 접수일 : 2004.08.28, 심사완료일 : 2004.09.08
* 한국교육학술정보원
** 한국재활복지대학 정보보안과 교수

Ⅰ. 서 론

극장이나 콘서트 장, 박물관 등에서 군중의 모습을 흔히 볼 수 있다. 이와 같이 일정한 장소에 모여 있거나 이동 중인 사람들의 집합을 군중이라고 한다. 그리고 이러한 군중들의 행동을 애니메이션이나 가상현실 또는 게임에서 응용하기 위한 시뮬레이션을 군중 시뮬레이션(Crowd Simulation)이라고 한다[1][2][3].

가상 환경에서 군중의 행동을 효율적이고, 자연스럽게 표현하는 것은 많은 연구자들의 관심이 되어왔다. 그러나, 이들은 군중의 전체적인 모션에 관한 연구들이었으며, 군중을 구성하고 있는 각 인물(Character)들의 감정의 요소를 고려하지는 못했다. 같은 목적으로 같은 장소에 있는 군중이라고 하더라도 군중에 속해있는 개개의 사람들은 각기 다른 생각과 행동을 한다. 본 연구에서는 게임 또는 가상 환경 속에서의 군중의 행동을 구현함에 있어 인물들에게 감정을 적용하여 군중의 형태 및 행동 양식에 사실성이 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 논문의 주제와 관련된 연구들을 살펴보고, 군중 시뮬레이션의 접근 방법을 제시한 후, 이들의 기법들에 대하여 논의한다. 3장에서는 2장에서 논의된 기법들을 바탕으로 구현할 군중 시뮬레이션의 구성 및 알고리즘에 대해 살펴보고, 4장에서는 3장에서의 설계를 바탕으로 구현하고, 구현 결과에 대해 고찰한다. 끝으로 5장에서 본 연구를 통해 얻은 연구 결과를 종합하고 앞으로 필요한 연구들을 제안한다.

Ⅱ. 관련 연구

게임 및 가상 환경에서의 연구들이 여러 방면에 진행[9][10]되고 있으나 특히, 군중 시뮬레이션은 수년 전부터 연구되어왔다. 초기의 군중 시뮬레이션의 모태가 된 것은 1987년에 Reynolds가 제안한 동물 무리의 행동 모델이다. 10년 뒤인 1997년에 Benford, Greenhalgh, Lloyd가 가상환경에서의 군중에 대한 모델을 제안했고[4], Brogan과 Hodgins가 그룹 행동에 대한 모델을 제안하여 활발한 연구를 보였다[5]. 1999년에는 Musse, Garat, Thalmann이 실시간으로 군중을 조종할 수 있는 방법을 제안했고, 같은 해에 Schweiss, Musse, Garat, Thalmann이 규칙 기반 행동 시스템을 이용하여 군중을 제어하는 아키텍처를 발표했다[6][8].

사람의 감정에 기반을 둔 군중 시뮬레이션을 위한 본 연구의 목적과 관련이 있는 연구 주제로 인물의 행동을 조정하는 기법과 리더가 군중을 인도하는 기법, 규칙 기반 행동 기법 및 이벤트 주도적인 접근 기법을 들 수 있다. 본 장에서는 이러한 기법들에 대하여 논의하도록 한다.

2.1 행동 조정 기법

사람의 행동에 관한 연구가 있기 전에 동물의 무리에 관한 연구가 있었다. Reynolds는 이러한 동물 무리의 이동에 관한 행동 모델을 제시했다[7]. 이 모델에서는 동적인 공간의 분할 기법으로 효율적인 이동이 가능하나 단순하여 지능을 가진 인간의 집단에 그대로 적용하기에는 부적합하다. 후에 자동화된 캐릭터의 행동 조정을 제안한 그의 논문에서는 앞에서 제안한 모델을 기반으로 하여 행동 조정 규칙을 추가하였으나, 마찬가지로 인간의 집단에 그대로 적용하기엔 부적합하다[1].

2.2 Leader-Follower 기법

군중 시뮬레이션의 기반 알고리즘인 플로킹 알고리즘은 공중이나 물 속을 유영하는 속성을 지니고 있다[7]. 또한 가상 환경 내의 객체들은 특정한 목적지를 가지고 있지 않다. 그래서 군중의 목적지가 정해지지 않은 상태로 각 객체 간에 일정 거리를 유지하여 가상 환경을 떠돌게 된다.

특정한 목적을 가지고 이동하는 군중은 보통 그 군중을 인도하는 리더가 있다. 군집에 리더 속성을 가지는 인물을 설정하고, 목적지나 경유지에 대한 정보를 추가하여 실제 군중의 이동과 유사한 모델을 Leader -Follower 기법(Leader-Follower Model)이라고 한다[2]. 여기서는 군중 이동 계획 기법(Crowd Motion Planning)을 도입하여 장애물이나 다른 군중과 충돌하지 않고 회피하도록 제안하였다.

2.3 규칙 기반 행동 기법

사람이 어떤 행동을 하는 것은 대부분 원인이 있게 마련이다. 그러한 행동의 원인이 주어지면 그에 따라서 행동이라는 결과가 발생하게 된다. 이러한 논리에 입각한 접근 방법이 규칙 기반 행동 기법이다[6]. 이 기법은 가상 환경 내의 인물이 특정 조건을 만족하게 되면 그 조건에 해당하는 행동을 하도록 규칙을 정의한다. 따라서 미리 정의된 규칙에 없는 행동은 할 수 없다.

2.4. 이벤트 주도적 접근 기법

군중의 이동에서 군중 전체의 이동은 전체적인 속성이라고 할 수 있고, 군중에 속한 인물들이 이동을 하는 것은 국소적인 속성이라고 할 수 있다. 인물에게 특정한 이벤트가 입력이 되면 그에 상응하는 행위를 하도록 하고, 이러한 국소적 속성이 군중의 전체 행위에 영향을 미치도록 하는 기법을 이벤트 주도적 접근 기법이라고 한다[3]. 이것은 2.3절의 규칙 기반 행동 기법과 유사하게 보이지만 전혀 다르다. 규칙 기반의 행동은 사람의 기본 행동을 부여하는 것과 흡사하지만 이벤트 주도적 접근 기법은 사용자가 임의로 발생시키는 이벤트에 해당한다. 여기서는 보행 애니메이션과도 연결하여 각 인물의 피로도에 따른 보행 속도 감소 및 보행 속도에 상응하는 애니메이션의 교체에 관한 연구도 되어 있다.

III. 군중의 행동 패턴 설계

본 장에서는 군중 시뮬레이션에서의 최소 단위인 군중에 속해 있는 개별 인물(NPC : Non-Player Character)들의 행동 패턴에 대한 설계와 NPC들을 인도하여 이동하는 리더 NPC의 행동 패턴에 대한 설계를 한다.

3.1 NPC의 행동 패턴

본 논문의 핵심 내용인 감정에 기반을 둔, 군중의 재편성이 가능한 NPC의 행동 패턴을 결정하는 방법에 대하여 논의하도록 한다.

3.1.1 일반적인 행동 규칙

군중의 구성원인 NPC의 일반적인 행동 규칙은 군집의 구성원을 검색한 후 구성원이 인식 영역 내에 위치한 경우 기본 플로킹 규칙인 분리, 정렬, 응집 규칙과 장애물 및 다른 군집의 NPC들과의 회피 규칙을 수행한다[1][7]. 여기서 기본 플로킹 규칙은 다음과 같다.

분리(Separation) 규칙은 다른 개체들과의 적당한 거리를 유지하도록 하고, 정렬(Alignment) 규칙은 주변의 다른 개체들과 동일한 방향과 속도를 유지하도록 하며, 응집(Cohesion) 규칙은 하나의 무리로써 모이게 하는 역할을 하고, 회피(Avoidance) 규칙은 장애물이나 적(다른 군집의 개체나 적으로 설정된 개체)들과 충돌하지 않도록 하는 역할을 한다. 이 규칙의 수행으로 각 NPC들은 스스로 움직이게 된다.

3.1.2 감정의 도입

인간이 어떤 행동을 할 때 생기는 주관적으로 발생하는 동요를 감정이라고 한다. 인간에게 있어서 스스로의 행동결정 및 대인관계에서도 감정이 미치는 영향은 크다.

감정은 기분에 좌우되고, 기분은 기질에 좌우된다. 본 논문에서는 이러한 감정 변화의 원인 중 어떤 사물과 부딪치는 경우에 해당하는 신체적 원인 및 타인과 이해관계가 얽혀있는 경우에 해당하는 사회적 원인을 감정 결정에 활용한다.

감정 모델에 근거하면 기질은 사람의 성격과 유사하므로 NPC의 속성으로 미리 정의될 수 있다. 기분은 가변적이므로 NPC들마다 다르게 적용되어야 하는데 본 연구에서는 기분의 변화를 신체의 상태에 근거하도록 한다. NPC의 신체 상태는 장애물과의 접촉 빈도수로 수치화 가능한데 접촉 빈도수가 높을수록 스트레스의 수치를 높여 기분을 하향 조정한다. 감정은 기질과 기분에 근거하여 책정되므로 산정 지표가 필요하다. 본 연구에서는 획일적인 결과가 나오지 않도록 지표를 산정함에 있어 감정 결정 규칙을 이용한다.

3.1.3 감정 결정 규칙

감정 결정 규칙은 사실의 여부를 참 또는 거짓이라는 이분법적인 값 대신, 감정을 결정하는 몇 가지 요소를 통하여 다양한 행동이 도출될 수 있도록 한다.

(1) 기질 부여

NPC는 생성 시에 '매우 사교적, 사교적, 평범, 비사교적, 매우 비사교적'의 다섯 가지 기질 중에서 한 가지의 기질을 부여받는다. 기질 값의 범위는 <표 1>과 같다.

표 1. '기질'의 입력 범위
Table 1. Input range of disposition

기 질	값
매우 사교적	0.00 ~ 0.20
사교적	0.20 ~ 0.40
평범	0.40 ~ 0.60
비사교적	0.60 ~ 0.80
매우 비사교적	0.80 ~ 1.00

(2) 기분 결정 규칙

앞에서 언급한 것처럼 장애물과의 접촉 빈도수로 기분의 정도를 측정하게 된다. 접촉할 때마다 기분 지수가 증가하게 되는데 본 연구에서는 그 값을 0.1로 두었다. 기분 값의 범위는 <표 2>와 같다.

표 2. '기분'의 입력 범위
Table 2. Input range of feel

기분	값
매우 양호	0.00 ~ 0.25
양호	0.25 ~ 0.50
불량	0.50 ~ 0.75
매우 불량	0.75 ~ 1.00

장애물과의 접촉 빈도로 기분을 결정한다고 하였으나, 본 연구에서는 NPC가 장애물 인식 범위 내에서 장애물을 감지하고 회피하도록 설계되어 있다. 따라서 장애물과의 충돌은 일어나지 않으므로 일정 거리 내에서 장애물이 감지되면 접촉한 것으로 정의한다. 그러나 일정 시간 동안 장애물과의 접촉이 없는 경우에는 NPC의 스트레스가 없으므로 기분 지수를 감소시켜서 기분이 계속 변화하게 한다<알고리즘 1>.

```
IF (장애물 인식 영역 내에 장애물 위치 = TRUE) {
  IF (접촉 거리 = TRUE) THEN
    기분 지수 0.1 증가;
  ELSE IF (스트레스 감소 시간 = TRUE) THEN
    기분 지수 0.01 감소;
}
```

알고리즘 1. 기분 결정 규칙
Algorithm 1. Feel decision rule

(3) 행동 집합

기질과 기분이 결정되면 그에 따르는 NPC의 행동 규칙이 필요하다. NPC들이 <표 1>과 <표 2>를 기반으로 행동할 수 있도록 하는 행동 집합을 정의한다<표 3>.

표 3. 행동 집합
Table 3. Behavior Set

범 위	행 동
다른 군집	다른 군집으로 이동
같은 군집	보통 거리를 유지
같은 군집	중간 거리를 유지
같은 군집	최대 거리를 유지

(4) 행동 규칙 행렬

앞에서 기질, 기분, 행동 집합을 정의했으므로 이들을 연결하여 실제로 NPC들이 행동할 수 있는 규칙을 정의한다. 다시 말해서, 모든 소속도 집합들을 시뮬레이션에서 가능한 규칙들과 연결을 시켜야 비로소 실제 행동으로 표현 가능하다. 행동의 집합을 살펴보면 최대 거리를 유지하도록 하여 감정 상태가 매우 불량함을 표현하고, 소속되어 있는 군집에서 다른 군집으로 이동할 수 있도록 하여 감정 상태가 매우 양호함을 표현한다<표 4>.

표 4. 감정에 기반을 둔 행동 규칙 행렬
Table 4. Emotion based Behavior Rule Matrix

기분 \ 기질	매우 사교적	사교적	보통	비사교적	매우 비사교적
매우 양호	타군집으로 이동	타군집으로 이동	보통 거리	보통 거리	보통 거리
양호	타군집으로 이동	보통 거리	보통 거리	중간 거리	중간 거리
불량	보통 거리	보통 거리	중간 거리	중간 거리	최대 거리
매우 불량	보통 거리	중간 거리	중간 거리	최대 거리	최대 거리

3.1.4 군중의 재편성 규칙

군중을 표현함에 있어서 같은 경유지와 목적지를 가진 군중이 있을 수 있다. 이런 경우 군중 간의 NPC들이 자유롭게 서로의 군집을 왕래할 수 있도록하여 사실감 있는 군중을 표현할 수 있다[4]. 본 연구에서는 서로 다른 군중의 구성원인 NPC들의 왕래를 군중의 '재편성'이라고 정의한다. 정의한 '재편성'을 표현하기 위하여 재편성 규칙을 만들었다. 재편성 규칙에 대한 알고리즘은 다음과 같다<알고리즘 2>.

```
IF (인식 영역 내에 타 군집의 NPC가 위치 = TRUE) THEN
  IF (리더 NPC = TRUE) THEN
    IF (같은 목적지 = TRUE) THEN
      IF (같은 방향 = TRUE) {
        현재 군집의 리스트에서 제거;
        타 군집의 리스트에 추가;
      }
```

알고리즘 2. 기본 재편성 규칙
Algorithm 2. Basic Reorganization Rule

재편성 규칙으로 인하여 같은 방향과 목적지를 가진 다른 군집의 리더 NPC가 인식 영역 내에 포착되면 해당 군집으로 소속을 옮기게 된다. 같은 방향과 목적지를 가진 군집이 근처에서 같이 이동하게 되면 빈번하게 〈알고리즘 2〉의 조건을 만족하게 된다. 매순간마다 재편성의 조건을 만족하게 되면, 해당 NPC는 다른 군집으로의 잦은 이동이 발생하게 된다. 이러한 현상은 사람과 유사한 행동을 시뮬레이션하려는 본 연구의 의도와 거리가 멀다.

따라서 위와 같은 NPC의 잦은 이동을 막기 위해 앞에서 언급한 감정 결정 규칙을 도입한다. 〈표 4〉에서 NPC의 행동이 타 군집으로 이동인 경우에만 다른 군집으로 이동할 수 있도록 제한하여 NPC의 잦은 이동을 막도록 한다. 인식 영역 내에 다른 군집의 리더 NPC가 위치하고, 같은 목적지와 방향을 가지며, 타 군집으로 이동 가능한 경우에만 NPC의 군집간 이동이 가능하게 된다〈알고리즘 3〉.

```
IF (NPC X의 인식 영역 내에 타 군집의 NPC Y가 위치) THEN
  IF (NPC Y 군집의 리더와 같은 목적지와 같은 방향) THEN
    IF (NPC X는 NPC Y의 군집으로 이동) {
        NPC X가 속한 군집리스트에서 제거;
        NPC Y 군집의 리스트에 추가;
    }
```

알고리즘 3. 감정에 기반을 둔 재편성 규칙
Algorithm 3. Emotion based Reorganization Rule

감정을 도입하여 확장한 NPC의 행동규칙은 다음과 같다〈알고리즘 4〉.

```
FOR (군집내의 모든 NPC X) DO
{
분리, 정렬, 응집, 회피 규칙 적용;
알고리즘3 실행;
 X의 위치 갱신;
}
```

알고리즘 4. 전체 알고리즘
Algorithm 4. Main Algorithm

3.2 리더 NPC의 행동 패턴

본 절에서는 하나 이상의 목적지를 가지고 다른 NPC들을 인도하여 이동하는 NPC(Leader-NPC)에 대해 설계 한다. 일반 NPC와 다른 리더 NPC의 이동에 대한 내용을 다음에 서술한다.

리더 NPC는 일반 NPC들과는 다른 행동 규칙을 가진다. 일반 NPC들은 주변 NPC들과의 관계를 유지하기 위해서 리더 NPC는 주변 NPC들과의 관계를 유지하는 목적은 중요하지 않고, 지정된 경유지 및 목적지로 이동하는 것이 주임무가 된다. 그래서 리더 NPC는 일반 NPC와 달리 리더 NPC 이동 규칙을 적용하게 된다. 그리고 리더 NPC는 군집을 유지하기 위한 최소 단위이므로 재편성 규칙이 적용되지 않는다.

경유지는 좌표를 지정하여 생성할 수도 있고, 무작위 생성도 가능하다. 생성된 경유지의 좌표는 리스트에 저장되어 리더 NPC의 이동에 이용된다. 목표로 설정된 경유지의 좌표와 현재 리더 NPC의 위치에 대한 상호 연산을 통하여 이동 속도를 결정하게 된다. 이동 속도의 벡터는 리더 NPC의 방향도 결정하게 된다〈알고리즘 5〉.

```
IF (경유지에 도달 ≒ TRUE) THEN 군집 소멸
ELSE {
  X좌표의 차이 = 리더 NPC의 X좌표 - 경유지의 X좌표
  Z좌표의 차이 = 리더 NPC의 Z좌표 - 경유지의 Z좌표

  거리 = X좌표의 차이와 Z좌표의 차이의 거리 계산

  리더 NPC의 X방향 속도 = (경유지의 X좌표 - 리더 NPC의 X좌표)/거리
  리더 NPC의 Z방향 속도 = (경유지의 Z좌표 - 리더 NPC의 Z좌표)/거리
}
```

알고리즘 5. 리더 NPC의 이동 규칙
Algorithm 5. Moving Rule of Leader NPC

Ⅳ. 실험 및 결과

본 장에서는 감정에 기반을 두어 재편성이 가능한 군중 시뮬레이션을 구현하여 본 연구에서 제안한 알고리즘의 타당성을 검증하고, 그 결과를 고찰하도록 한다.

본 논문은 실험환경으로 Windows XP 운영체제, Intel Pentium 4 2.4Ghz Processor, nVidia 사의 GeForce4 Ti 4200 DDR SDRAM 128M 그래픽 카드, 512MByte DDR SDRAM을 이용했다. 개발 도구로는 Microsoft Visual C++ 6.0을, SDK로는 Microsoft DirectX 8.1 SDK를 사용했다.

인간형 캐릭터를 이용하여 다수의 군집 이동, 감정에 기반을 둔 재편성 규칙의 적용, 지형의 인식 및 장애물 회피를 실험하였고, 시점에 자유도를 부여하여 사용자가 간단한

조작으로 가상 환경을 관찰할 수 있도록 하였다.

실험에 사용된 NPC의 수는 군집하나 당 5유닛으로 기본행동과 감정에 의한 재편성 군중으로 구분하였다. 그림 1은 기본행동에 의한 군집 행동양식에 따라 이동하는 모습을 보여주는데 같은 색깔로 구분한 결과이며, (그림 2)는 감정에 의해 재편성되는 과정을 보인 것이다. 각 NPC에 지정된 기질, 기분에 따라 이합, 집산을 하면서 같은 부류끼리 군집화 되고 있음을 볼 수 있다.

실험에서의 렌더링 속도는 시스템의 성능 및 그래픽 카드의 성능, 그리고 실험에 사용된 모델링 데이터의 복잡 정도 등에 큰 영향을 받으므로 군중 시뮬레이션에 적합하였다. 또한 실험에서 나타난 것처럼 매우 사실감있는 군집의 모습이 표현 가능하므로 최적화를 통하여 가상현실 분야 및 게임 분야에서 충분히 활용이 가능할 것이다.

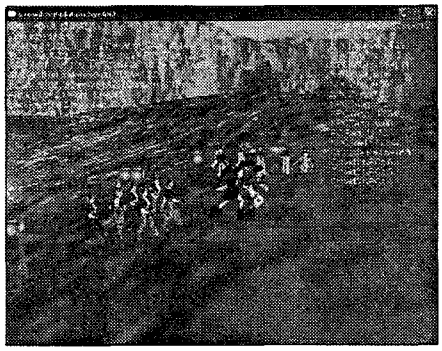

그림 1. 같은 색의 군집
Figure 1. Same Color Crowd

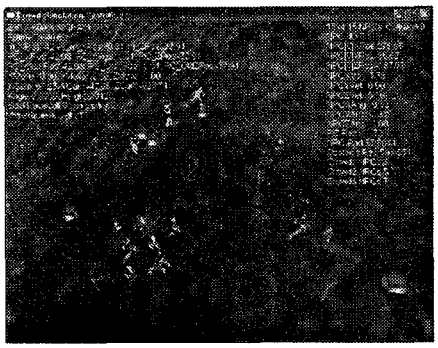

그림 2. 재편성된 군중
Figure 2. Reorganized Crowd

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 가상현실이나 게임 분야에서 군중을 표현하는 군중 시뮬레이션의 사실감을 높이기 위하여 군중의 행동 패턴을 결정함에 있어 감정에 기반을 두어 재편성이 가능한 모델을 제안하였다.

이를 위하여 인간의 감정을 NPC에 적용하고자 몇 가지 규칙을 정의하였고, 이를 바탕으로 군중에 속해 있는 인물들의 군중간 이동을 사실적으로 구현하였다. 이와 더불어 사용자가 조종할 수 있는 PC를 도입하였고, Leader-Follower 모델을 도입하여 목적지 설정을 가능하도록 하였다.

본 연구에서는 군중 시뮬레이션 접근 기법 중 행동 조정 기법과 Leader-Follower 모델, 규칙 기반 행동 기법들을 본 논문에서 제시한 알고리즘에 적합하게 변형하였다. 행동 조정 기법에서는 NPC들의 기본적인 행동 규칙을 정의하기 위해서 플로킹 알고리즘을 인간에게 적용할 수 있도록 수정하여 지형 인식이 가능하게 하였다. Leader-Follower 모델에서는 경유지 정보를 리더에 추가할 수 있도록 하는 알고리즘을 사용하여 게임 환경 내에서 원하는 경유지로 이동할 수 있도록 하는데 이용하였다. 규칙 기반 행동 기법에서는 본 연구에서 제안한 감정 기반 재편성 규칙을 기본 행동 규칙에 추가하여 해당하는 조건에 만족하는 규칙을 검색하여 행동을 결정할 수 있도록 응용하였다.

본 연구를 통하여 감정의 도입으로 개성있는 인물들을 생성하고, 그러한 인물들이 무리를 이루어 구성된 군중의 행동이 보다 사실감 있게 표현 가능한 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 감정을 여러 가지 상황에 적용 가능하도록 확장하여 다양한 상황에서도 적응적으로 행동 가능하도록 하여 사실감을 높일 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 감정의 결정에 퍼지 이론을 적용하여 예측하기 어려운 결과를 표현할 수 있도록 하는 연구도 좋은 연구과제가 될 것이다. 또한, 네트워크를 통하여 여러 사람들이 같은 게임 환경 내에서 감정을 가진 군중과 함께 활동할 수 있도록 하는 연구도 충분한 가치가 있을 것이다.

참고문헌

[1] Reynolds, C. W. "Steering Behaviors For Autonomous Characters", Proceeding 1999. Game Development Conference(GDC'99). Miller Freeman Game Group, San Francisco, California, pp.763-782, 1999

[2] Tsai-Yen Li, Ying-Jiun Jeng, Shih-I Chang, "Simulating Virtual Human Crowds with a Leader-Follower Model", Computer Animation, 2001. The Fourteenth Conference on Computer Animation. Proceeding. 7-8 Nov. 2001, pp.93-102, 2001

[3] Dohan Kim, "An Event-Driven Approach to Crowd Simulation with Example Motions", Computer Science Technical Report, Kaist, 22 Jan, 2003

[4] Benford, S. D., Greenhalgh, C. M. and Lloyd, D. "Crowded Collaborative Virtual Environments", Proceeding 1997 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI'97), Atlanta, Georgia, US, March 22-27, 1997

[5] Brogan, D. and Hodgins, J. "Group Behaviors for Systems with Significant Dynamics", Autonomous Robots, 4, 137-153, 1997

[6] E. Schweiss, S. R. Musse, F. Garat, D. Thalmann, "An Architecture to Guide Crowds Using a Rule-Based Behaviour System" Proceeding, Agents 1999.

[7] Reynolds, C. W. "Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model", Proceeding Computer Graphics (SIGGRAPH'87), Vol.21, No.4, pp.25-34, July, 1987

[8] S. R. Musse, F. Garat, D. Thalmann, "Guiding and Interacting with Virtual Crowds in Real-time, Proceeding Eurographics Workshop on Animation and Simulation '99(CAS'99), Milan, Italy, Springer, Wien, pp.23-34, 1999

[9] 이동철, 홍종준, "온라인 게임에서 QoS 라우팅을 위한 부하균등 비용산정 방식", 한국컴퓨터정보학회논문지, 제8권, 제3호, pp 1-7, 2003

[10] 서정만, 정순기, "모션벡터를 이용한 가상현실 체험시스템의 구현, 한국컴퓨터정보학회논문지, 제8권, 제3호, pp 87-93, 2003

저 자 소 개

문 찬 일

2002년 동국대 컴퓨터·멀티미디어공학과 졸업

2004년 동국대 컴퓨터공학과 대학원 석사 졸업

2004년 ~ 현재 한국교육학술정보원 교육행정정보센터 전문원

〈관심분야〉

한 상 훈

1990 동국대학교 전자계산학과 졸업(학사)

1995 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)

2002 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(박사)

2003년 ~ 현재 한국재활복지대학 정보보안과

〈관심분야〉 정보보안, 형태인식, 컴퓨터 비전, 멀티미디어