3차원 공간 상에서 Space Syntax를 이용한 게임 객체 배치 연구

최승관*, 김동현**, 김영욱**

서강대학교 게임교육원*, 세종대학교**

csk0123@hanmail.net, {mustache, yokim}@sejong.ac.kr

A Study on the Placement of Game Objects using Space Syntax

Seung-Kwan Choi*, Dong-Hyun Kim**, Young-Ook Kim**

Dept. of Game Software, Sogang Advanced Game Education*, Professor of Sejong University**

요 약

본 논문에서는 게임 맵에 대한 공간 분석을 통하여 정량적인 공간 분석 수치를 제공함으로써 기획자들로 하여금 게임 객체를 배치하는데 있어서의 합리성을 제공할 수 있도록 하는 것이 본 연구의 기본 목적이다. 본 연구의 의의로는 Space Syntax를 이용한 게임 플레이어들의 행태 분석에 국한된 기존 연구의 한계를 벗어나, 게임 개발 단계인 레벨 디자인에서 Space Syntax를 활용하여 효율적인 게임 객체의 배치가 가능할 수 있도록 한 것이다. 본 논문의 산업적인 가치로는 합리적인 게임 객체의 배치에 따라 기존의 레벨 디자인 단계에서 발생할 수 있는 반복적인 작업들을 줄여 게임 개발 기간 및 개발 기대 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대한다.

ABSTRACT

The purpose of this research is to provide the rationality of placement of game objects using the space analysis for game map so that the game designers can find out the proper position for each object in the map. The significance of this research is beyond the limitations of the existing research using Space Syntax theory is confined to the analysis of the behavior of players in the map, this research suggest the method of the efficient placement of game objects in level design step. This paper as the worth of the industry is expected to be able to reduce the repetitive tasks that may occur during game level design steps. Through this, it is also expected by reducing game development period and development costs in accordance with the reasonable placement of game objects.

Keywords : FPS, Level Design(레벨디자인), Game Item(게임아이템), Game Map(게임 맵), Space Syntax(공간 구문/ 공간 분석)

Received: Sept. 11, 2012 Accepted: Oct. 05, 2012

Corresponding Author: Dong-Hyeun Kim, Young-Ollk Kim
(Sejong University)

E-mail: mustache@sejong.ac.kr, yokim@sejong.ac.kr

ISSN: 1598-4540

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

게임 제작 프로세스는 개발하고자하는 게임의 장르 및 규모에 따라 다양한 형태로 제작이 이루어지기도 하지만, 대부분의 작업 프로세스는 일원화된 작업 프로세스 보다는 반복적인 작업 형태를 거치게 된다[1,2,3,4,7,10]. 이러한 부분과 가장 밀접한 관계를 가진 진행 프로세스 단계가 게임 레벨 디자인¹⁾이며, 대부분의 완성도 높은 게임들은 레벨 디자인의 설계에 따라 게임성이 좌우되는 경우가 많다[3,7,10].

그러나 레벨 디자인은 기획자나 그래픽 디자이너의 주관적 인지 즉, 경험적 지식에 의해서 레벨 디자인을 설계하는 것이 일반적으로 레벨 디자이너의 능력에 따라 상이한 표현이 발생하게 된다.²⁾ 특히 게임 맵의 설계 부분에 있어서 주로 그래픽 분야의 인력들이 게임 플레이를 고려하지 않은 상태에서 미적인 감각을 바탕으로 게임 맵을 만드는 것이 일반적이라 할 수 있다. 그러나 미적인 감각만으로 게임 맵을 만들기에는 게임 맵이 가지고 있는 게임적 특성이 광범위하게 영향을 미칠 수 있다. 특히 게임 플레이를 위한 게임 밸런싱³⁾의 부조화를 초래할 수도 있어 대규모의 재수정을 초래할 수도 있게 된다[10,37].

본 논문은 이러한 문제점을 전제로 기존의 게임 기획자들의 직관적인 경험에 의해 설계되었던 게임 맵이나 게임 객체를 배치하는데 있어서 합리적인 방안을 제시하고 있다. 본 논문에서 제시하는 합리적인 접근 방식으로는 Space Syntax 기법을 활용하여 게임 맵에 대한 공간 분석을 실시하도록 하여 게임 객체의 배치 및 맵 설계를 할 수 있도록 하는 방안을 제안하고 있다.

본 논문의 구성으로는 2장에서는 관련 연구를 3장에서는 공간 분석 방법론을 제시하고 있으며, 4장과 5장에서는 본 이론에 대한 프로그램 구현 및 레벨디자인에서의 활용적인 측면에 관하여 다루었으며, 6장과 7장에서는 본 이론의 검증 단계로서 표본적인 실험 결과 및 결론으로 구성되어 있다.

2. 관련 연구

2.1 레벨 에디터(Level Editor)

레벨 디자인은 게임의 상세한 요소들의 배치에 대한 디자인을 의미하는 것으로 세세한 스테이지구성, 개별적인 시나리오, 몬스터 배치 등이 이 단계에서 행해지게 된다[1,3,5].

이러한 레벨 디자인을 게임에서 구체화하기 위한 방법으로 레벨 에디터를 사용하게 일반적이다. 레벨 에디터는 규모가 큰 게임이나 세부적인 항목들을 요구하는 게임을 개발하는 경우에 필수적으로 사용되고 있으며, 상용 게임 엔진의 경우 레벨 에디터를 게임 엔진과 더불어 같이 공급하기도 한다.

[Fig. 1] Game Level Editors

대표적인 상용 레벨 에디터로는 Unreal Editor⁴⁾, Unity3D⁵⁾, 스케일폼 GfX⁶⁾, CryEngine⁷⁾ 등

- 1) 게임의 상세한 요소들의 배치에 대한 디자인(출처:게임산업진흥정보시스템 게임용어), 2장에 자세한 서술
- 2) 게임 아이템의 설치에 레벨 에디터(게임 엔진에서 제공하는 게임 레벨 디자인을 위한 툴 프로그램)에서 제공해 주는 기능으로 선택된 위치에 설치만 해주는 것이 일반적이다. 기존의 아이템 배치에 대한 방법은 2장 관련 연구에서 살펴보고 있다.
- 3) 게임 진행에 따른 난이도의 균형감을 의미하는 것으로 난이도가 쉬우면 몰입감을 저해할 수 있으며, 난이도가 지나치게 높으면 게임 진행 의욕을 줄일 수 있다.
- 4) 에픽게임스가 언리얼엔진의 대중성을 높이기 위해 “언리얼 개

이 있으며, 이들은 독자적인 게임 엔진과 게임 개발의 편의성을 제공하기 위해 각 엔진 고유의 레벨 에디터를 제공하고 있다.

기본적인 레벨 에디터의 기능을 보면 리소스 관리 기능⁸⁾, 지형 생성 기능⁹⁾, 객체 배치 및 속성 설정¹⁰⁾, 게임 환경 세팅 기능¹¹⁾, 레벨 디자인 기능¹²⁾, 게임 시뮬레이션¹³⁾ 기능 등이 존재하고 있으며, 최근 게임 에디터의 기능에서는 NPC(Non Playable Character)의 인공 지능 및 스크립트 언어의 사용으로 그 영역을 확대하고 있기도 하다.¹⁴⁾ 이러한 레벨 에디터는 게임 컨셉 과정의 게임 시스템 요구 사항에 따라 프로그램 파트에서 제작하게 되며, 레벨 디자인은 레벨 에디터에서 제공해 주는 기능의 따라 가능한 만큼의 레벨 디자인이 가능하다[13].

이렇듯 레벨 에디터는 게임의 규모가 커지면서 게임 제작의 편의성 및 게임의 완성도를 높이기 위해 지속적인 발전을 하고 있으며 또한 다양한 기능들을 지원하고 있는 추세이다[7].

이러한 레벨 에디터의 구성에 있어서 본 논문에서는 Space Syntax의 기법을 이용하여 게임 객체에 대한 합리적인 배치 방안을 제안하고 있다.

2.2 게임 객체(Game Object)와 가시성

게임의 대부분은 시각적 지각력을 자극하기 위해 화려한 볼거리를 제공하는 것이 일반적으로 게임 플레이어들의 호기심 및 게임의 기대감을 높이는데 있어서 중요한 부분을 차지한다. 특히 3D 게임은 실세계처럼 입체적 공간감을 느낄 수 있는 현실성(Reality)을 제공하며, 게임의 진행도 실세계의 시각적인 시점의 흐름에 따라 게임을 즐기게 된다. 특히 FPS 게임의 장르는 1인칭 시점에서 게임을 진행하는 방식으로 현실감을 표현하는데 있어서 한층 진보된 개념의 게임이라 할 수 있으며, 게임 플레이 자체도 현실 세계에서 게임 플레이어가 진행되는 듯한 대리만족감을 한층 증가시키고 있다[10,12].

가시성을 중시하는 이러한 경향은 인간의 시각적인 인지를 바탕으로 게임 내에서 게임 플레이어

의 몰입을 높이기 위한 현실성(Reality)을 추구하는 것이라 할 수 있으며, 게임 레벨 디자인 단계에서 게임 플레이어의 시각적 흐름을 파악하고 게임 객체를 배치하거나 게임 맵을 설계하는 것은 당연한 것이라 할 수 있다[7].

본 논문에서는 이러한 시각적인 흐름을 기반으로 하고 있는 3D 게임들을 대상으로 게임 객체를 배치하는데 있어서의 효율적인 기법을 제시하기 위해 시각적기반의 공간 분석을 실시하는 Space Syntax의 기법을 도입하고 있으며, 이를 통해 객관적 타당성을 가지고 게임 객체를 설치할 수 있도록 하고 있다.

2.3 Space Syntax

2.3.1 Space Syntax 개요

Space Syntax 이론은 공간구조를 분석하여 각 공간 간의 속성을 정량적으로 표시하는 이론으로 80, 90년대에 걸쳐 영국의 런던대학교의 Hillier교수 연구팀이 개발하였다. Space Syntax는 분석 대상 공간상의 단위 공간을 설정하고 이들 단위 공간에 대한 관계도를 접근성에 의거하여 정량적으로 표시하고 그 관계의 긴밀도를 설명한다. 즉, 분석

발 킷(레벨 에디터)™(UDK)를 무료로 공급

- 5) 멀티 플랫폼(Windows, Mac, Wii, iPhone)에서 구동되는 레벨 에디터
- 6) 스케일폼사에서 만든 게임 유저인터페이스 그래픽 엔진으로 플래시 디자인을 게임UI에 직접 적용시킬 수 있도록한 레벨 에디터
- 7) 크라이텍사에서 만든 크라이엔진은 버전3 까지 출시가 되었으며, 강력한 레벨 에디터를 지원하고 있음
- 8) 게임 내의 건물 등의 게임 내에 배치될 이미지, 객체의 데이터 베이스 기능
- 9) 지형을 생성하는데 있어서 직관적으로 편집할 수 있는 기능
- 10) 게임 내에 배치될 요소들의 직관적인 배치 및 속성 설정 기능
- 11) 게임 내의 라이팅 및 포그, 시간대의 변화, 스카이라인 등의 환경 요소 세팅 및 조정 기능
- 12) NPC의 배치, 이동 루트나 각종 게임 내의 이벤트 관련 트리거 (이벤트가 발동하게 하는 장치) 등 설치 기능
- 13) 실제 게임과 동일한 시점과 캐릭터를 통한 공간 네비게이션 기능 이벤트 등 관련 시뮬레이션 기능
- 14) 출처 : <http://blog.daum.net/nnnuuu/7513341>

대상 범위 내의 모든 공간이 기점이자 종점이 되는 가정 아래 각 공간의 접근성 및 노출도를 분석하게 된다. 이 접근성을 Space Syntax에서는 전체 공간을 통합하여 주는 통합성 혹은 공간구조상의 위계성을 의미하는 통합성(Integration: 인티그레이션)으로 정의하게 된다. 따라서 Space Syntax 분석 결과에 의한 통합성이 큰 공간은 다른 모든 공간으로 접근성이 양호하다는 것을 의미하며, 이러한 공간상의 건축물이 사회적 관계를 어떻게 형상화하고 있는지를 해석하기 위해서 건축물의 공간과 그 형태가 이루는 공간 연결 특성을 관찰하고 이러한 관계를 객관적인 형태로 표출해 내는 이론 중의 하나가 Space Syntax 이론이라 할 수 있다 [15,16,23,29].

2.3.2 Space Syntax의 공간 분석

[Fig. 2] TD: Total Depth

Space Syntax 분석은 공간들의 연결 관계가 전체의 공간에서 어떻게 해석 되는가 즉, “공간 상하간의 관계” 혹은 “연결구조”에 관한 해석이 가능하다. 여기서 “관계”는 건축물 내에서 특정 공간([Fig. 2]에서의 A공간)까지 도달하기 쉬운 가의 지표로, 모든 공간에서 특정 공간(A)까지 도달하기 위해 몇 개의 공간(또는 단계, 노출도:Depth)을 거쳐야 도달할 수 있는지 그 단계를 모두 합해서 나타내고, 이 계산치가 특정 공간(A)의 거리(노출도: TD, Total Depth)가 된다. 여기서, 총 전이 단계의 수(TD)가 다른 공간들에 비해 상대적으로 큰 값을 가질 경우, 그 특정 공간(a)은 접근하기 곤란

한 것으로 판단되며, 전체의 입장에서 보았을 때, 중심에 위치하고 있지 못하다고 판단될 수 있다. 이와 같은 특정 공간(A)의 거리는 공간 분석 대상에 대한 Space Syntax 해석의 기본이 된다.

또한, 공간 분석 대상의 영역이 대규모일 경우 (도시간의 행태분석 등) 결과 값을 표현되는 Depth 및 TD의 수치가 너무 커서 공간들 간의 비교가 다소 곤란할 수 있다. 따라서 이 특정 공간(A)의 거리(TD)를 총 공간의 개수에서 이 특정 공간(A) 개수를 뺀 개수(총 공간수-1)로 나누게 되며, 이것을 특정 공간(a)의 평균거리(MD, Mean Depth)라고 하며, 이 수치를 통해 개별공간의 전역 타공간¹⁵⁾에 대한 비균제율(RA, Relative Asymmetry)를 계산할 수 있으며, 이것이 Space Syntax의 핵심 분석요소의 하나가 된다.

이러한 공간분석이론을 바탕으로 다양한 표현 방식이 존재하지만 대부분 2차원적인 맵을 토대로 분석을 실시하고 있는 한계를 가지고 있다. 본 논문에서는 입체적인 지형을 분석하는 데 있어서의 Space Syntax 기법을 이용하고 있다는 데 의미를 가지고 있다[17,19].

3. 입체적 공간 분석 기법

3.1 분석 프로그램 개발 절차

3.1.1 분석 대상 데이터 생성 및 격자 생성

[Fig. 3]의 (a) 처럼 분석 대상 공간은 개방형 구조를 가지고 있는 다층형태의 입체적인 공간 형태로 3D 데이터를 생성할 수 있도록 하고, 분석 대상 공간 내의 단위 공간의 크기를 설정하기 위해 격자(분석 대상의 셀) 그물망을 생성할 수 있도록 한다.

15) 분석 대상 특정 공간(a)을 제외한 모든 공간(상대적 공간)을 의미

[Fig. 3] Process of Development

3.1.2 분석 대상 단위 공간의 설정

[Fig. 3]의 (b)와 같이 분석 대상 공간 위에 보행 공간으로서의 단위 공간을 생성하기 위한 유도 과정으로 [Fig. 4]에서 제시된 것처럼 격자의 교차점들을 의미하는 임의의 한 정점(A)에 대해서 메쉬(Mesh)에 수직이면서 메쉬 위의 폴리곤과 만나는 정점(P)을 유도해 낼 수 있도록 한다. 이러한 방식으로 모든 교차점들에 대해서 정점 P를 구하게 되면 [Fig. 3]의 (b)와 같은 결과물을 얻을 수 있다.

[Fig. 4] Joint Point of on Mesh

3.1.3 가시성 기반의 공간위상도

(Visibility, Justified Graph) 생성

분석 공간의 격자들을 입체적인 대상체에 올려 놓음으로써 분석을 위한 준비 단계를 이루었으며, 이들 단위 공간들 간의 관계를 Space Syntax 기반으로 하는 가시성 위상도(Visibility Graph)를 구현하는 주요 알고리즘은 다음과 같다.¹⁶⁾

[Table 1] Pseudo Code for Visibility Graph

```
// 분석 대상이 되는 모든 정점에 대해서 순환적으로 {}를 수행
for  $v_i$  in  $V(G)$ 
{
  // 임의의 한 점( $v_i$ )에서 모든 정점에 대해서 순환적으로 {}를 수행
  for  $v_j$  in  $V(G)$ 
  {
    // 만약 정점  $v_i$ 에서  $v_j$ 가 보인다면
    if ( $v_i$  'can see'  $v_j$ )
    // 정점  $v_j$ 를  $v_i$ 와 관련된  $V(I_i)$ 정점 집합에 추가한다.
    add  $v_j$  to  $V(I_i)$ ;
  }
}
 $V(G)$  : 모든(Global) 정점(Vertex)의 집합
 $V(I_i)$  :  $v_i$ 에서 보이는 정점들의 집합
```

단위 공간의 대표 점들을 구성한 이후 각 정점들에 대한 통합도(Visibility:Integration)를 설명한 그림이 [Fig. 3]의 (c) 그림이다. 임의의 정점 A에서 바라 볼 수 있는 모든 정점들(B)의 합을 구한 것이 가시성의 통합도이다. 또한, 이들 데이터를 기반으로 각 공간간의 가중치를 계산하여 균제된 가시성 위상도(Justified Graph)를 생성할 수 있다.

4. 게임 맵에 대한 공간 분석

4.1 공간 분석을 위한 실험 환경

제안된 3차원 상에서의 공간 분석 프로그램을 개발하기 위해서 사용된 실험 환경으로는 Intel

16) [Fig. 2]의 경우 물리적인 거리로의 노출도(TD)를 기반으로 Space Syntax 이론을 설명하고 있으나, 본 논문에서는 가시성을 기반으로 하는 공간 분석방법으로 [Table 1]과 같이 가시적인 범위를 척도로 사용하고 있다.

Core(TM)2 Duo CPU(3.00GHz), 3G 메모리, Nvidia GeForce 9600 GT에서 하드웨어와 윈도우 XP 기반에 Visual C++.NET 2008과 DirectX SDK9.0c 버전으로 윈도우 프로그램 기반의 C++언어를 사용하였다.

분석 대상 지형으로는 FPS 게임들이 시각적인 공간 흐름을 중시하는 만큼 건물 내의 개방형 구조를 가지고 있는 현재 실존하는 건물로 인사동에 위치한 ‘쌈지길’을 분석 대상으로 선정하였으며, 모델링 데이터를 Max 10 환경에서 제작하여 DirectX에서 활용할 수 있도록 하였다.

4.2 공간 분석 결과

[Fig. 5]는 ‘쌈지길’에 대한 Space Syntax의 분석단계의 기본이 되는 단위 공간들 간의 가시성 위상도(Visibility Graph)를 보여 주고 있다. 각 셀(단위 공간)들에 대한 색깔 정보를 표현한 것으로 노출도가 1인 셀들의 합을 표시한 내용을 삼각 폴리곤 형태에 색깔을 입혔다. 색깔 범위가 빨간색이 짙을수록 통합도의 결과 값, 즉 노출도가 높은 곳으로 간주될 수 있다. 노출도란 현 특정 단위 공간이 모든 단위 공간에서 시각적으로 노출된 개수를 의미라 할 수 있으며, 여기서는 색깔 정보로 표현되어 보여 주고 있다.

[Fig. 5] Visibility Graph

또한, [Fig. 6]은 균제된 가시성 위상도를 보여주는 그림으로 각 단위 정점의 TD(Total Depth)를 통하여 산출하여 얻어지며, 정점의 TD가 작을수록 빨간색이 짙게 표현된 결과물을 산출하도록 하였다. 여기서 TD의 결과 데이터는 모든 공간에 대해서 해당 정점 지역에 대한 평균적인 노출도를 나타내는 것으로 기존의 가시성 위상도(Visibility) 분석은 단순히 노출의 깊이가 1인 경우에 대한 1차원적인 연결 관계를 가지고 있는 데이터이지만, 균제된 가시성 위상도(Justified Graph)의 경우는 모든 공간들에 대한 상대적인 모든 노출도의 깊이를 표현한 것으로 보다 시각적인 단계별 움직임을 고려했을 때, 보다 유연한 결과 데이터를 추출해 준다.

[Fig. 6] Justified Graph

5. 공간 분석에 따른 게임 객체 배치

지금까지 Space Syntax이론을 기반으로 입체적인 개방형 구조를 가진 결과 데이터를 토대로 본 장에서는 게임 레벨 디자인 단계에서 게임 맵 설계 및 게임 객체의 배치를 적용 해보도록 한다. 1인칭 시점으로 진행되는 3D 게임의 경우 시각적인 흐름을 바탕으로 게임을 진행하고 있어 공간마다의 노출도는 중요한 포인트가 된다.

FPS 게임의 레벨 디자인의 경우 아이템들은 게

임 플레이어가 취득하여 공격력, 방어력을 향상하는데 활용되게 되므로 요구되는 미션에 맞게 게임의 난이도를 고려하여 배치되어야만 한다. 이러한 아이템들은 시각적인 노출도에 따라 플레이어들로 하여금 찾기 쉽게 배치될 수 있거나 어렵게 배치될 수 있다. [Table. 2]는 게임 플레이어와 각 아이템들과의 시각적 노출도의 관계에 따른 특성을 제시한 표로 레벨 디자인에 있어서 기본적으로 고려되어야 할 내용들이다.

[Table 2] 아이템 종류별 노출도와의 관계

아이템 종류	노출도가 높은 경우의 특징	노출도가 낮은 경우의 특징
공격 아이템	· 취득하기가 용이하여 쉽게 공격력을 향상시킬 수 있다.	· 취득하기가 상대적으로 어려워 공격력을 강화시키기가 어렵다.
회복 아이템	· 취득하기가 용이하여 쉽게 회복이 가능하다.	· 취득하기가 어려워 회복하기가 쉽지 않다.
적 캐릭터 (NPC)	· 게임 플레이 진행에 있어서 방해요인으로서의 작용이 크다.	· 게임 플레이를 상대적으로 수월하게 할 수 있다.
열쇠 아이템 17)	· 미션을 완수하는데 있어서 게임 흐름의 시행착오를 줄일 수 있다.	· 미션을 완수하는데 있어서 시행착오를 겪을 수 있게 할 수 있다.

예를 들어 게임 아이템을 배치할 단위 공간이 가시성이 낮은 곳일 경우 게임 플레이어가 아이템을 습득하기 위해서 많은 시간을 소비해야 하며, 그 만큼 적 캐릭터를 만날 수 있는 확률이 올라갈 수 있다.

[Fig. 7] Analysis of Justified Graph

[Fig. 7]의 A지역은 가시성 및 노출도가 가장 높은 지역에 해당되며, [Fig. 9]의 B지역은 이와 정반대로 시각적 노출도가 가장 낮은 지역으로, [Fig. 8]은 그 위치에 대한 모든 단위 지역들의 시각적 깊이를 보여주고 있다. 이러한 상관도를 가지고 아이템들의 시각적인 노출도에 따른 관계도의 복합적 구성을 통하여 다양한 게임 레벨 디자인도 가능하게 된다. 예를 들어 열쇠 아이템과 같은 필수 아이템들을 배치할 때 적 캐릭터의 근방(즉, 적 캐릭터와 회복 아이템의 관계가 가시성이 낮은 곳)에 배치하게 되면 게임 플레이어는 이를 취득하는데 있어서 적 캐릭터와 마주칠 확률이 높기 때문에 게임을 진행하는데 있어서 난이도가 올라가게 된다. 또한 게임 아이템의 용도를 특정 목적으로 복잡한 미로 게임 맵에서 방향을 잃지 않고 목적지에 도달하기 위한 표식의 용도로 사용하고자 하는 경우에는 게임 플레이의 시각적 흐름을 고려하여 배치를 하는 것도 가능하다.

[Fig. 8] Area of Low Visibility

6. 게임 객체 배치 실험 결과

본 장에서는 본 논문의 검증 단계로 임의의 실험

17) 미션을 완수하는데 있어서 꼭 필요한 아이템으로 분류되며, 다음 단계를 진행하는 열쇠에 해당하는 아이템

대상자 20명을 대상으로 게임 시뮬레이션을 실시하여 피실험자들의 행동 패턴을 분석하였다. 평가의 목적은 노출도에 기반하여 배치된 게임 객체와 피실험자의 행태와의 관계를 알아보기 위해서이다.

6.1 게임 객체 배치 실험 환경

실험 환경은 “4.1 공간 분석을 위한 실험 환경”과 동일한 하드웨어 스펙으로 진행하였으며, 게임 환경을 구축하기 위해서는 편의상 Unity3D 에디터를 이용하여 게임 환경을 구축하였다.

평가 방법은 [Fig. 9]에서 보는 것과 같이 S지점이 게임을 시작하는 시작점으로 시작점에서의 노출도가 다른 3개의 공간에 아이템을 배치할 수 있도록 하였다. 이 공간들은 노출도가 낮은 곳(M:Medicine), 높은 곳(W:Weapon)과 그리고 임의 한 지점(C:Character)으로 3곳으로 설정하였으며, 노출도에 따라 플레이어들의 행동 반응을 측정하였다. 피 대상자들은 게임 맵에 대한 정보를 가지고 있지 않았으며, 오로지 시각적 인지를 통해서 설치된 3개의 아이템을 습득하는 것으로 실험을 하였다. 진행은 1인칭 시점의 카메라로 마우스의 조절에 따라 시야각을 조절할 수 있도록 하였다.

[Fig. 9] Visual Depth Graph from the Start Point

[Fig. 10] Game Simulation Screen

이 실험에서의 평가 항목은 게임 객체를 인지하는 시점 및 객체를 습득하는 시점으로 두 가지 형태로 나누어 진행하였으며, 초 단위로서의 결과 데이터를 산출할 수 있도록 하였다. 시각적 인지과 객체의 습득은 비례적인 관계를 가지고 있을 것으로 추측되나 경로에 따라 시각적 인지의 수순과 관계없이 다른 아이템을 먼저 습득할 수도 있기 때문에 비교 분석을 하고자 평가 항목을 두 가지로 나누어 진행하였다.

6.2 게임 객체 배치 실험 결과 데이터

총 20명의 피실험자를 대상으로 실시한 실험 결과 데이터는 [Table 3]와 [Fig. 11,12]와 같이 정리된 도표로 표현되었다.

[Table 3] Result Data of Game Simulation

Test 항목	A	B	C	D	A	B	C	D
	User01				User02			
W	10	0.03	161	0.46	52	0.39	55	0.40
P	228	0.66	230	0.66	44	0.33	46	0.34
M	345	1.00	347	1.00	135	1.00	137	1.00
A	345	1.00	347	1.00	135	1.00	137	1.00
	User03				User04			
W	61	0.59	64	0.61	11	0.06	95	0.53
P	81	0.79	83	0.79	75	0.42	76	0.42
M	103	1.00	105	1.00	178	1.00	179	1.00

A	103	1.00	105	1.00	178	1.00	179	1.00
	User05				User06			
W	4	0.01	69	0.21	4	0.04	54	0.53
P	122	0.37	135	0.40	43	0.43	45	0.45
M	333	1.00	334	1.00	100	1.00	101	1.00
A	333	1.00	334	1.00	100	1.00	101	1.00
	User07				User08			
W	126	0.72	130	0.74	7	0.04	63	0.32
P	87	0.50	101	0.57	68	0.34	81	0.41
M	175	1.00	176	1.00	199	1.00	200	1.00
A	175	1.00	176	1.00	199	1.00	200	1.00
	User09				User10			
W	3	0.03	67	0.67	5	0.03	45	0.29
P	44	0.44	45	0.45	92	0.59	94	0.60
M	99	1.00	100	1.00	156	1.00	157	1.00
A	99	1.00	100	1.00	156	1.00	157	1.00
	User11				User12			
W	7	0.02	161	0.44	45	0.32	49	0.35
P	201	0.55	203	0.56	32	0.23	33	0.23
M	364	1.00	365	1.00	140	1.00	141	1.00
A	364	1.00	365	1.00	140	1.00	141	1.00
	User13				User14			
W	13	0.09	76	0.52	5	0.02	39	0.18
P	50	0.35	51	0.35	22	0.10	23	0.11
M	144	1.00	145	1.00	218	1.00	219	1.00
A	144	1.00	145	1.00	218	1.00	219	1.00
	User15				User16			
W	4	0.02	66	0.32	66	0.39	73	0.42
P	25	0.12	32	0.16	87	0.51	92	0.53
M	204	1.00	205	1.00	171	1.00	172	1.00
A	204	1.00	205	1.00	171	1.00	172	1.00
	User17				User18			
W	20	0.10	62	0.32	64	0.78	68	0.79
P	50	0.26	52	0.27	82	1.00	86	1.00
M	192	1.00	194	1.00	30	0.37	32	0.37
A	192	1.00	194	1.00	82	1.00	86	1.00
	User19				User20			
W	3	0.03	30	0.31	102	0.41	123	0.49
P	35	0.36	40	0.41	170	0.68	172	0.68
M	96	1.00	98	1.00	250	1.00	252	1.00
A	96	1.00	98	1.00	250	1.00	252	1.00

A : 아이템을 시각적으로 인지한 시점
 B : 아이템을 시각적으로 인지한 시점에서의 상대적 백분율
 C : 아이템을 습득한 시점
 D : 아이템을 습득한 시점에서의 상대적 백분율
 A : Weapon/Person/Medicine 모두를 의미함(All)

[Fig. 11] Time of 'Visual Perception and Acquisition'

[Fig. 12] Sum of All Tester's 'Visual Perception and acquisition' Time

6.3 게임 객체 배치 결과 데이터 분석

[Table 3]의 결과 데이터를 분석하기 위하여 '반복측정 분산 분석(repeated measures ANOVA)' 기법을 이용하여 통계를 산출한 결과로 [Table 4]와 [Table 5]은 게임 객체에 대한 시각적 인지 시점을 기준으로 통계를 작성한 표이며, [Table 6]과 [Table 7]은 객체의 습득 시점을 기준으로 통계를 작성된 표이다. 이를 토대로 다음과 같은 결과를 산출할 수 있다.

첫 번째로 노출도에 따라 게임 객체의 설치한 게임 플레이어들이 객체를 찾는데 있어서 밀접한 연관성을 가지고 있음을 보여주고 있다. [Table 5]에서 볼 수 있듯이, 노출도에 따라 게임 객체를 시각적으로 인지하는 것은 신뢰도 95% 기준의 높은 신뢰성을 보여 주고 있다. 비록 피실험자가 특정 객체를 시각적인 인지가 가능한 곳에 위치했음에도

불구하고 인지를 하지 못하고 지나친 경우가 4명에게 발생했으나, 게임 객체들에 대한 시각적 깊이의 비례적인 관계는 큰 차이를 보이지 않고 있다.

[Table 4] Tests of Between-Subjects Effects based on 'Visual Perception' Time

[측도: MEASURE_1]

소스		제 III 유형 제공합	자 유 도	평 균 제 공	F	유 의 확 률
인 지 시 간	구형성 가정	235818.53	2	117909.26	39.41	.00
	Greenhouse-G	235818.53	1.35	175111.08	39.41	.00
	eisser Huynh	235818.53	1.41	166962.70	39.41	.00
	-Feldt 하한값	235818.53	1.00	235818.53	39.41	.00
오 차 (인 지 시 간)	구형성 가정	113680.13	38	2991.58		
	Greenhouse-G	113680.13	25.59	4442.90		
	eisser Huynh	113680.13	26.84	4236.16		
	-Feldt 하한값	113680.13	19.00	5983.16		

[Table 5] Pairwise Comparisons of 'Visual Perception' Time

[측도: MEASURE_1]

(I) 인지 시간	(J) 인지 시간	평균 차 (I-J)	표준 오차	유의 확률 ^a	차이에 대한 95% 신뢰구간 ^a	
					하한 값	상한 값
1	2*	-51.30	14.20	.006	-88.46	-14.15
	3*	-151.00	22.53	.000	-209.95	-92.05
2	1*	51.30	14.20	.006	14.145	88.46
	3*	-99.70	13.73	.000	-135.64	-63.77
3	1*	151.00	22.53	.000	92.05	209.95
	2*	99.70	13.73	.000	63.77	135.63

추정된 주변평균을 기준으로

*. 평균차는 .05 수준에서 유의합니다.

a. 다중비교에 대한 조정: Sidak

1 : Weapon / 2 : Character / 3 : Medicines

관계에서 보면, 무기(Weapon)와 캐릭터(Character)의 시점에는 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 이유는 실험을 실시한 피대상자들이 노출도가 낮은 무기를 발견하고 객체를 습득하려고 가는 도중에 다른 객체를 먼저 마주치는 경우가 다수 발생했기 때문이다. 비록 공간 깊이와 비례하여 객체의 위치를 찾아가는 것이 신뢰성있는 비례관계를 유지하고 있지는 않지만, 나머지 객체인 약품(Medicines)과 무기(Weapon), 약품과 캐릭터의 관계는 노출도에 따라 시각적 인지 및 습득과 밀접한 관계를 보여주고 있음을 알 수 있다.

결론적으로 게임 객체는 피대상자들의 시각적 인지와 신뢰성 있는 비례 관계를 유지하고 있음을 검증하였으며, 또한 게임 객체의 습득에 있어서도 노출도와 물리적인 공간 깊이에 따라 비례관계를 유지하고 있음을 검증하였다.

[Table 6] Tests of Between-Subjects Effects based on 'Acquisition' Time

[측도: MEASURE_1]

소스		제 III 유형 제공합	자 유 도	평균 제 공	F	유 의 확 률
습 득 시 간	구형성 가정	137275.03	2	68637.52	43.51	.000
	Greenh ouse-G	137275.03	1.34	102285.22	43.51	.000
	eisser Huynh	137275.03	1.41	97577.84	43.51	.000
	-Feldt 하한값	137275.03	1.00	137275.03	43.51	.000
오 차 (습 득 시 간)	구형성 가정	59946.30	38	1577.53		
	Greenh ouse-G	59946.30	25.50	2350.88		
	eisser Huynh	59946.30	26.73	2242.69		
	-Feldt 하한값	59946.30	19.00	3155.07		

그러나 [Table 7]에서 공간 깊이와 객체 습득의

[Table 7] Pairwise Comparisons of ‘Acquisition’ Time

[측도:MEASURE_1]

(I) 습득 시간	(J) 습득 시간	평균 차 (I-J)	표준 오차	유의 확 률 ^a	차이에 대한 95% 신뢰구간 ^a	
					하한값	상한값
1	2	-8.50	7.25	.59	-27.46	10.46
	3*	-105.45	15.47	.00	-145.94	-64.96
2	1	8.50	7.25	.59	-10.46	27.46
	3*	-96.95	13.47	.00	-132.20	-61.70
3	1*	105.45	15.47	.00	64.96	145.94
	2*	96.95	13.47	.00	61.70	132.20

추정된 주변평균을 기준으로

*. 평균차는 .05 수준에서 유의합니다.

a. 다중비교에 대한 조정: Sidak

1 : Weapon / 2 : Character / 3 : Medicines

두 번째로는 게임 플레이어들이 하나의 아이터를 습득한 이후 다음 아이터를 습득하는데 있어서 대체적으로 일관성 있는 순서를 보이고 있었다. 이것은 아이터를 습득한 위치에서 단위 공간들에 대한 깊이를 측정했을 때, [Fig. 13]과 같이 다른 아이터가 배치되어 있는 공간의 노출도와도 밀접한 영향을 가지고 있어, 게임 플레이어의 행동 패턴을 제어하고 있음을 보여주고 있다. 따라서 다수의 아이터를 배치함에 있어서 각 아이터 간의 노출도를 조합하여 배치하는 것도 가능함을 보여 주고 있는 사례라고 볼 수 있다.

[Fig. 13] Visual Depth Graph from C(Character)

예를 들어 아이터를 배치한 위치에 시각적 범위 내에 적 캐릭터를 배치할 경우 게임의 난이도가 올라갈 수 있을 것이며, 게임의 진행 흐름을 유도하기 위해서 시각적 안배를 고려하여 아이터를

순서적으로 배치하는 것도 가능할 것이다.

지금까지의 실험에서 공간 분석을 통해 얻어진 데이터를 가지고 게임 객체를 배치하는 것은 충분히 게임의 흐름을 제어할 수 있음을 증명하였다고 볼 수 있으며, 이는 1인칭 시점의 게임들은 현실 세계에서의 공간 인지에 따른 행동 양식처럼 게임 공간 내에서도 비슷한 행동 양식을 보이고 있음을 알 수 있다. 이 실험을 토대로 게임 맵에 대한 공간 분석을 통하여 객관적 타당성을 가지고 게임 객체의 배치가 가능한 것이라 판단된다.

7. 결 론

본 논문은 Space Syntax 기법을 확장하여 레벨 디자인 단계에서의 게임 객체들을 효율적으로 배치할 수 있는 방법론을 연구하였다. 이에 따라 기존의 인지적인 경험에 의해 배치되었던 게임 객체들을 객관적 타당성을 가지고 배치할 수 있도록 하였다는 의의를 가지며, 본 연구를 진행하는데 있어서의 주요 세부 내용은 다음과 같다.

첫째, 본 논문에서는 입체적인 공간 형태의 접근 방법으로 Space Syntax 기법을 확장한 공간 분석 기법을 제안함으로써 개방형 입체구조의 게임 맵을 분석할 수 있도록 하였다.

둘째, 게임 맵에 대한 공간분석을 실시한 이후 분석된 단위 공간과 게임 객체의 관계를 규정하였다. 게임 객체와 단위 공간의 관계에 대한 가이드 라인을 제공하여 분석된 단위 공간들을 시각적으로 보여줌으로써 게임 객체의 특정 목적에 맞는 위치를 설정할 수 있도록 하였다.

또한, 본 논문의 활용적인 기대 측면을 정리하면 다음과 같다.

첫 번째는 게임 객체의 위치를 설정하는데 있어 객관적 타당성을 확보할 수 있게 되어, 게임 객체를 배치하는데 있어서의 시행착오를 줄일 수 있을 것으로 기대되며, 또한 상급자, 중급자, 초급자 구분의 게임 모드 설정이 필요한 게임의 경우 게임

의 난이도 설정이 손쉬워질 것으로 기대하고 있다.

두 번째는 일차원적인 게임 객체의 배치에만 활용되기 보다는 입체적인 개방형 구조의 행태 분석으로서의 본 연구의 가치성이 입증된 만큼 게임 맵 설계 단계에서 게임의 흐름을 제어할 수 있는 맵 설계에서도 활용이 될 수 있으리라 기대된다.

이러한 본 연구의 활용적인 측면은 결국 게임 기획자들에게 편의성 및 객관적 타당성을 부여하게 되어 불필요한 레벨 디자인 단계의 반복과정을 줄일 것으로 판단되며, 이는 결국 게임 개발 시간 및 기대 비용을 상대적으로 줄일 수 있는 효과를 제공할 것으로 기대된다.

REFERENCES

[게임 관련]

- [1] Francois Dominic Laramee저, 염태선 역 (2003), “게임 개발 프로젝트를 성공으로 이끄는 게임 기획 & 디자인”, 정보문화사
 - [2] Bates 저, 송기범 역(2001), “GAME DESIGN: The Art & Business of Creating Games”, 제우미디어
 - [3] 데이브 모리스 저, 한쿨임역, “게임 아키텍처 & 디자인1”, 제우미디어(2001)
 - [4] Marc Saltzman저, 박상호역(2001), “Game Design(이것이 게임기획이다)”, 민프레스
 - [5] 유병주, “온라인게임 아이템 관련 이슈들과 미래 진화 방향 예측”, Journal of Game Industry & Culture
 - [6] 윤웅기(2005), “게임아이템 현금거래에 대한 법적 정책적 고찰”, 게임문화연구회,
 - [7] Richard Rouse저, 최현호역, “게임 디자인 이론과 실제”, 정보문화사(2001)
 - [8] 김정현(2008), “개인의 성격유형별 게임플레이의 선호도 분석을 통한 MMORPG의 밸런싱 연구”, 호서대학교 대학원 박사학위논문
 - [9] 문화체육관광부(2009), “문화산업백서:연차보고서”
 - [10] 홍영준 저(2006), “온라인 게임레벨 디자인의 실무안내서:레벨디자인과 MOD”, 한국게임산업개발원게임아카데미
 - [11] 한국게임산업진흥원(2007), “게임 콘텐츠 분석 연구”
 - [12] 한국게임산업개발원(2002), “가상현실과 게임”
 - [13] 톰 메이그스 저, 최혁준 역(2004), “실제로 쓰이는 게임기획 이렇게 한다.”, 제우미디어
 - [14] 이대웅, 유현성의 4인(2008), “게임기획전문가 필기”, 무지개터
- ### [공간 분석 관련]
- [15] 김영옥(2003), “Space Syntax 적용사례분석을 통한 도시·단지계획 및 설계의 객관화 방안에 관한 연구” 한국토지공사 16권 1호 2003
 - [16] 김민석(2005), “공간의 가시성에 기반한 ERAM 모델”, 서울대학교 건축학과 석사 논문
 - [17] 김동규(1994). “주거단지 공동체시설 활성화를 위한 배치계획 연구”, 대한주택공사
 - [18] 황용하(2001), “시각적 접근과 노출 모델의 개선에 관한 이론적 탐색 연구”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 계획계 제21권 제2호
 - [19] 박영섭(2005), “공간분석의 객체지향 전산모델 개발에 관한 기초연구”, 서울대학교 석사학위논문
 - [20] 김충식, 이인성(2004). “ISOVIST의 3차원 기능확장을 통한 도시경관의 가시성 분석기법 개발”, 대한민국토·도시계획학회지[국토계획] 제40권 제2호 2005.4.호
 - [21] 김종현, 전한중, 김석태(2006). “FPS레벨에디터를 이용한 1인칭 공간시물레이션에 관한 연구”, 한국실내디자인학회논문집 제15권 통권58호 2006년 10월
 - [22] 김석태(2007). “공간구조의 연결관계에 기초한 스타크래프트 게임 맵의 정량적 구조 분석”, 기초조형학연구
 - [23] 김영준(2000). “공간시각구조의 정량적 분석도구 설계에 관한 연구”, 중앙대학교 대학원 건축학과 석사학위논문
 - [24] 황용하(2002), “시각적 접근-노출 모델의 재고찰” 서울대학교 대학원 건축학과 석사학위논문
 - [25] 박종진, 김석태, 전하중(2006), “게임엔진을 활용한 가상건축 시물레이션 적용가능성에 관한 연구”, 대한건축학회논문집(계획계)
 - [26] Schroder, C.J(2006). “Quantifying Urban Visibility Using 3D Sapce Syntax”, Unpublished MSc Thesis, University of Edinburgh, Edinburgh
 - [27] 최두원(1990). “Space Syntax이론의 공간분석 기법”, 대한건축학회지, 34(5), 71-77
 - [28] 최재필(2005). “공간의 가시성을 고려한 초대형 복합공간의 공간분석”, 대한건축학회논문집, 21권 11호
 - [29] 김영옥(2003). “Space Syntax를 활용한 공간구조속성과 공간사용패턴의 상호관련성 연구”, 대한국토·도시계획학회지[국토계획], 제38권 제4호
 - [30] 조인오, 김영옥(2006), “게임 공간에서의 공간행

태 연구: 공간구조 속성과 공간이용도의 상호 관련성에 대하여(2006)

- [31] 김석태, 전한중(2008), “3D그래픽 엔진을 이용한 동적 시각구조 분석에 관한 기초연구, 대한건축학회논문집 계획계 제24권 제9호
- [32] 김석태(2008), “건축공간구조의 다차원적 분석 모델에 관한 연구”, 한양대학교 대학원 박사학위논문
- [33] 최재필, 최현철, 조영진, 조형규, 김민석(2005), “공간분석 통합 소프트웨어 개발 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 21권 10호(통권204호)
- [34] 김혜영(2007). “3차원 내부공간에서의 Syntax 기반의 접근성 산출”, 한국지형공간정보학회지, 제15권 제 3호, 11-18
- [프로그램 관련]
- [35] 박찬일, 이수정, 양해술(2008.03), “기민한 개발 방법을 적용한 게임 개발 프로세스 개선”, 한국컴퓨터게임학회논문지
- [36] 한은정(2007), “FPS 게임 제작을 위한 3차원 게임 엔진에 대한 연구”, 경희대 석사학위 논문
- [37] 한국게임산업개발원(2005), “게임제작 프로세스 개선안에 관한 연구”
- [38] 권기덕, 한준탁 저(2009), “컴퓨터 게임 기술과 프로세스”, 성안당
- [39] 김용준(2003) 저, “3D 게임프로그래밍”, 한빛미디어
- [40] 최종현, 이상욱, 김용준(2003), “좋은 게임을 만드는 핵심 원리: 게임 수학과 물리”, 한빛미디어, 윤성우(2004), “열혈강의 C++”, (주)프릭텍
- [41] Barron 저, 최현호역(2004), “DirectX9을 이용한 전략 게임 프로그래밍, 정보문화사

최 승 관 (Choi, Seung Kwan)

호서대학교, 전자계산학과(학사)
호서대학교, 전자계산학과(석사)
세종대학교, 디지털콘텐츠학과(박사)
한국애니메이션고등학교 컴퓨터게임제작과 교사
현재 서강대게임교육원 게임SW개발학과 교수

관심분야 : 게임프로그램, 안드로이드

김 동 현 (Kim, Dong Hyun)

연세대학교 건축공학과
오사카대학 환경공학과 환경디자인전공 공학석사
오사카대학 환경공학과 환경디자인전공 공학박사
한국전자통신연구원 가상현실연구실 실장
(재)게임종합지원센터 소장
2001-2012 세종대학교 디지털콘텐츠학과 교수

관심분야 : 게임기획, 컴퓨터 그래픽, 가상현실, 카지노

김 영 옥 (Kim, Young Ook)

연세대학교 건축공학과 학사
미국 콜로라도 대학교 도시설계 석사
영국 런던대학교 건축학 박사
세종대학교 Space Syntax Korea 소장
2000-현재 세종대학교 건축학과 교수

관심분야 : 공간분석, Space Syntax, 건축도시설계