

# Garden Alive : 상호작용 가능한 지능적인 가상 화단<sup>1</sup>

하태진<sup>0</sup> 우운택  
광주과학기술원 U-VR 연구실  
{tha<sup>0</sup>, wwoo}@gist.ac.kr

## Garden Alive : An interaction-enabled intelligent garden

Taejin Ha<sup>0</sup> and Woontack Woo  
GIST U-VR Lab.

### 요 약

본 논문은 사용자가 감각형 인터페이스를 사용하여 가상공간의 지능적인 화단을 체험, 체감 할 수 있는 시스템(Garden Alive)을 제안한다. 제안된 시스템은 카메라, 조도, 습도 센서를 갖춘 현실공간의 화단과 상호작용에 사용되는 감각형 인터페이스, 진화모듈과 감정모듈을 갖춘 인공지능 모듈, 그리고 가상식물의 성장과 반응을 보여주는 Virtual Garden으로 구성된다. 감각형 인터페이스는 카메라로 사용자의 손동작을 인식하고, 조도센서로 광량을 확인하며, 습도센서로 물의 양을 측정한다. 이러한 정보를 바탕으로 인공지능 모듈은 식물의 진화 방향과 감정상태의 변화를 결정한다. Virtual Garden은 L-system을 기반으로 제작되어 가상식물들은 실제 식물들과 유사한 형태로 성장하도록 한다. 제안된 Garden Alive에서 화단의 식물들은 각각의 개체마다 유전자를 가지고 있어 식물의 다양성을 볼 수 있고, 빛과 수분 등의 환경요인에 따른 적합도를 평가함으로써 세대를 거듭함에 따라 진화해가는 모습을 볼 수 있다. 마지막으로 단순히 자극에 반응하는 식물이 아닌 사용자와 상호작용에 따른 식물의 감정 변화를 통해 적절한 반응을 보이는 지능적인 식물을 구현하였다. 따라서 제안된 시스템은 오락과 교육을 위한 콘텐츠, 사용자에게 따른 개별적 반응을 통해 심리적인 안정을 제공할 수 있는 콘텐츠 등으로 응용될 수 있다.

## 1. 서 론

최근 현실공간과 가상공간의 이음매 없는 상호작용을 위한 다양한 연구들이 늘어나고 있다. 이는 현실공간에서 가상공간의 풍부한 자원을 이용한 콘텐츠를 효율적으로 접근하고 이용함으로써 유용한 정보들을 손쉽게 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 현실세계에서 즉각적으로 경험하기 어려운 것들을 가상의 세계에서 자유롭게 체험 할 수 있게 함으로써 사용자에게 만족과 흥미를 제공할 수 있다.

이와 관련된 대표적인 연구로는 Interactive Plant Growing[1]과 A-Volve[2]등을 들 수 있다. Interactive Plant Growing은 사용자 손으로 식물을 만지는 동작을 통하여 가상공간의 식물이 성장하는 경험을 할 수 있도록 한다. A-Volve 에서는 사용자가 현실 세계의 수족관에 살고 있는 가상공간의 인공 생명체와 손을 이용해 상호작용을 할 수 있도록 한다. 그러나 이들은 손에 대해 단순히 성장하는 반응을 보이며, 식물의 환경 조건, 진화, 적응성에 대한 고려가 없었다. 또한 손만을 사용하는 단일 인터페이스였다. 손에 의한 상호작용이외에 좀 더 직관적이고 흥미를 유발 할 수 있는 다양한 형태의 인터페이스가 요구된다.

이를 보완하기 위해서 본 연구에서는 사용자가 다양한 상호작용을 통하여 가상공간의 지능적인 화단을 체험할 수 있는 Garden Alive를 제안한다. 이는 크게 다양한 형태의 감각형 인터페이스와 인공지능 모듈 그리고 Virtual Garden으로 구성된다. 첫 번째로 직관적으로 사용 목적을 알 수 있는 “감각형 인터

페이스”이다. 본 시스템에서는 “물뿌리개”, “사용자의 손” 그리고 “영양분 공급기”를 감각형 인터페이스로 사용하였다. 두 번째로는 ‘지능적인 식물’이다. 이는 자극에 대해 단순히 고정된 형태로 반응 하는 식물이 아닌, 주변 환경에 적응하고, 교배를 통해 더욱 우수한 개체로 진화할 수 있는 식물이다. 또한 사용자에게 대한 기호와 행위의 기호를 판단하여, 식물의 감정이 변화된다.

따라서 제안된 시스템은 다음과 같은 장점을 갖는다. 첫째, 다양한 감각형 인터페이스를 통해 가상공간의 인공생명체인 식물과 직관적인 상호작용을 할 수가 있다. 둘째, 유전자 알고리즘을 이용해 식물의 다양성과 환경에 진화하는 모습을 볼 수 있다. 셋째, 인공감정 처리를 통해 식물 개체의 감정 변화와 그에 따른 반응을 통하여 상호작용에 대한 흥미를 극대화 시킨다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 제안된 시스템의 구성 및 시스템에 대해 소개하고 3장에서는 시스템의 구현 사항에 대해 설명한다. 4장에서는 구현된 시스템의 유용성을 검증하기 위하여 사용성 평가에 대한 결과를 보이고, 마지막으로 5장에서는 결론과 추후의 연구과제에 대해 언급한다.

## 2. 전체 시스템

제안된 시스템은 감각형 인터페이스, 가상공간의 화단의 제작, 지능적인 식물의 환경에 대한 적응과 진화 그리고 마지막으로 식물의 감정과 행동처리 부분으로 구성된다.

### 2. 1 감각형 인터페이스

본 시스템에서는 그림 1과 같이 “물뿌리개”, “사용자의 손” 그리고 “영양분 공급기”를 감각형 인터페이스로 사용하였다. 물뿌리개를 이용해 현실세계의 화단에 물을 뿌리게 되면, 가상공간의 화

1) 본 연구는 광주과학기술원 실감방송연구센터를 통한 정보통신부 대학 IT 연구센터(ITRC) 사업의 지원에 의해 수행되었음

단에 수분을 공급할 수 있고, 이것은 뿌리의 성장을 촉진한다. 사용자의 손으로 현실세계 화단을 가리게 되면, 가상공간에서는 구름이 끼고 그 밑에 있는 식물들은 새로운 잎을 생성하지 않고, 성장만 하게 된다. 또한 손을 이용해 식물과 직접적인 상호작용을 할 수 있다. 영양분 공급기로는 줄기 거름으로 인산, 잎거름으로 질산, 뿌리거름으로 칼리를 사용하였다. 이들 영양분 각각은 식물의 성장에 영향을 준다.

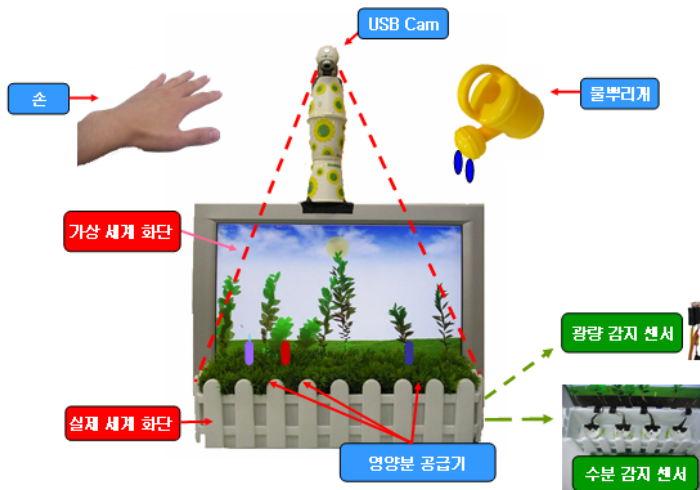


그림 1. 감각형 인터페이스 구성

2. 2 인공지능 모듈

본 연구에서는 유전 알고리즘을 이용하여 식물이 환경에 적응할 수 있도록 한다. 이를 위해서 염색체의 표현 방법을 결정하고 함수 최적화(Function Optimization) 문제를 푼다. 주변 환경과 식물의 유전자형의 관계를 고려하는 적합도 함수 (Fitness function)를 식 1에서와 같이 정의했다. 각각의 인자의 범위는 [0.0,1.0] 이고, 이상적인 함수의 최대 값은 5.0을 만족한다. 각 계수와 변수의 설명은 표 1과 같다. 이러한 평가를 통해 우수 개체는 다음세대에 계속 유전을 할 수가 있고, 나머지 개체들은 유전자 교배와 돌연변이를 통해 환경에 더욱 적합한 개체로 진화 할 수가 있다.

$$F = C_a \times x_a + C_b \times x_b + C_c \times x_c + C_d \times x_d + C_e \times x_e$$

식 1. 적합도 평가 함수

표 1. 적합도 평가를 위한 계수와 변수와의 관계

계수	설명	변수(유전자형)	표현형
C <sub>a</sub>	1.0/광원과의 거리	x <sub>a</sub>	잎의 너비
C <sub>b</sub>	1.0/수분과의 거리	x <sub>b</sub>	뿌리의 면적
C <sub>c</sub>	1.0/질산과의 거리	x <sub>c</sub>	잎, 줄기 성장 속도
C <sub>d</sub>	1.0/인산과의 거리	x <sub>d</sub>	뿌리 성장 속도
C <sub>e</sub>	1.0/칼리와의 거리	x <sub>e</sub>	잎, 줄기 굵기

단순히 성장하는 식물이 아닌 지능적인 식물로서 인공 감정을 가지고 그에 따른 반응을 보인다. 전체 시스템은 그림 2와 같다. 감정을 평가하는데 있어서 행위자의 기호와 행위의 기호를 기준으로 했다. 첫 번째로 행위자의 기호는 긴장도라는 개념을 두어서

화단으로 가까워질수록 해당되는 기호 값에 가까워지도록 한다. 두 번째로는 행위의 기호로써 사용자가 화단 앞에서 상호작용을 할 때 기호를 계산한다. 이 두 가지 기호의 애매한 값을 이용해 퍼지 추론의 결과를 거치고, 이는 5가지의 감정의 결과(나쁘다, 조금 나쁘다, 보통이다, 조금 좋다, 매우 좋다) 중 하나의 결과를 도출한다. 이 추론된 감정은 단발적이며 값의 변화 차이가 매우 크기 때문에 표현되는 식물의 행위가 어색해 보일 수가 있다. 따라서 이 결과를 2차원으로 단순화된 A-S 감정모델[3]에 적용하여 과거 감정상태의 영향을 받는 순차적인 감정상태 전이를 할 수 있다. 이 감정 상태 전이도는 x축을 기준으로 감정의 강약을, y축을 기준으로 감정의 긍정과 부정을 나타낸다. 전이방법은 [4]를 이용한다. 최종적으로 식물의 현재 감정상태에 따라서 식물의 행위를 결정한다. 예를 들면 식물의 감정이 좋을 때는 잎이 위로 올라가고, 잎의 밝기가 밝아진다. 그렇지 않으면 잎이 처지고, 밝기가 어두워진다.

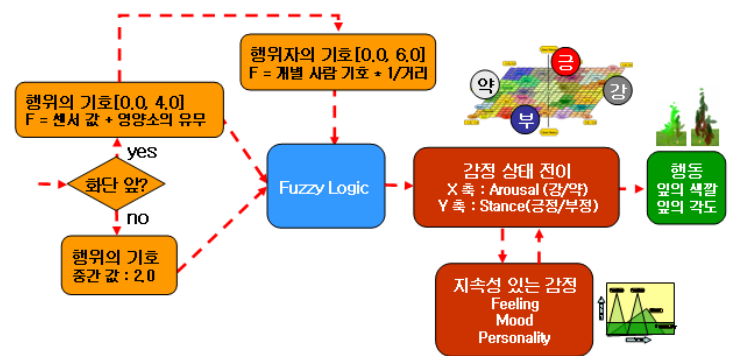


그림 2. 식물의 감정과 행위 결정

2. 3 가상공간 화단

가상공간의 화단은 그림 3와 같이 트리 구조로 구성된다. 크게 환경, 식물, 영양분이 존재한다. 식물들은 개체 수만큼 존재하고, 다음 세대가 탄생할 때 또 다시 개체 수만큼의 식물이 생성된다. 각 식물은 잎과 줄기와 뿌리의 3개의 객체로 구성된다. 이 객체들은 식물이 성장함에 따라 각각의 객체를 계속 복제한다.

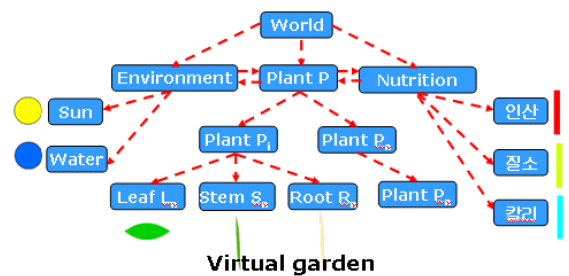


그림 3. 가상공간의 화단 구성

3. 구현

Display 장치는 가상공간의 화단을 표현하는 수단이고, Display 장치 바로 앞에 놓여있는 화단은 현실공간에 존재하는 화단이다. 현실 공간에 있는 화단의 양쪽 측면에는 CDS (황화카드뮴)을 이용한 광량 감지 센서를 부착하여 어느 방향에 광량이 많은 지 검출하였다. 또한 화단의 밑바닥에는 수분감지 센서를 배열하여, 현

재 수분이 어느 위치에 많이 분포해 있는지를 알아내었다. 이런 센서들로부터 받은 아날로그 출력 값을 마이크로 컨트롤러인 ATMEGA8의 입력으로 사용하여 디지털 값으로 바꿨다. 이 값은 데스크 탑 컴퓨터로 시리얼 통신을 하여 전송된다.

또한 식물이 자라는데 필요한 영양분의 위치를 검출하기 위해서, 특정 색 마커를 부착한 영양분 공급기를 제작하였다. 영양분 공급기의 위치를 알아내기 위해서 USB 카메라로부터 입력 받은 RGB 신호를 임계 값과 라벨링 알고리즘을 이용해 객체를 분리하고, 모멘트를 계산함으로써 중심 좌표를 얻었다.

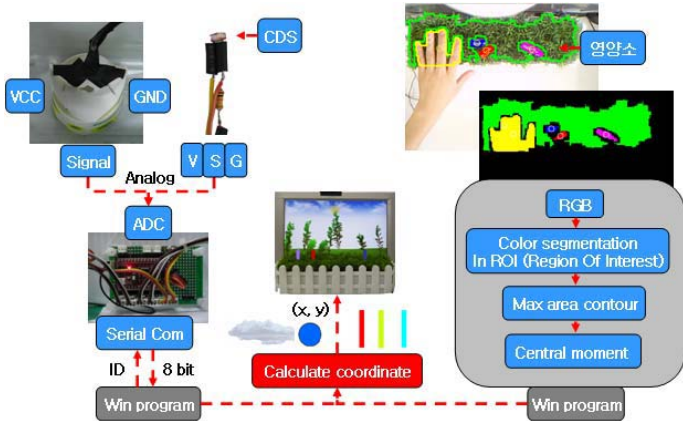


그림 4. 센서 데이터 흐름도

이렇게 센서들을 이용해 얻은 값과 영상처리를 통해 얻은 값은 가상공간의 화단에서 구름, 수분 그리고 영양분 공급기의 위치를 변경하는데 이용하였다.

가상공간 화단 구현은 'Flash action script' 을 이용하여 구현하였고, 독립적으로 실행되고 있는 Flash 프로그램과 윈도우 프로그램 사이의 통신을 위해 Flash active X component를 사용하였다. 이것을 사용하여 윈도우 프로그램에서 Flash 프로그램을 OLE (Object Linking Embedded) 형식으로 데이터를 주고받았다. 윈도우 프로그램에서 Flash 프로그램으로 전송하는 메시지는 식물의 탄생, 성장, 죽음, 위치 이동, 속성 변경에 관한 것으로 구성하였다.

#### 4. 실험

제안된 시스템의 사용성 평가를 위하여 기존의 교육용 프로그램인 Garden with insight[5]와 본 시스템을 비교 해보았다. 피 실험자는 컴퓨터 사용이 익숙한 10명의 20대 남녀를 대상으로 하였다.

평가 기준은 프로그램 사용 방법을 학습하는데 걸린 시간, 제어하는데 걸리는 시간을 측정하였으며, 각 시스템과 얼마나 자연스런 상호작용을 하는가에 대한 만족도와 콘텐츠에 대한 흥미를 평가 하였다. 표 2는 이러한 비교를 수행한 결과를 나타낸 것이다.

표 2. 사용자 평가

		Garden with insight	Garden Alive
학습 시간		2~4분	<20초
제어 시간		<2분	<10초
만족도	상호작용	20%	80%
	콘텐츠	30%	70%

실험 대상자 대부분은 Garden with insight 프로그램의 복잡한 설정과 제어 단계에 대해 불편함을 나타내었다. 실험 집단 대부분 컴퓨터 사용이 익숙함에도 사용 방법을 습득하는데 2분에서 4분 정도의 시간이 소요되었으며 콘텐츠를 제어하는 데도 2분 정도의 시간이 소요되었다. 반면, Garden Alive의 경우 실험 대상자 대부분 설명서를 보지 않아도 직관적으로 콘텐츠를 제어할 수 있었고, 제어 방법을 따로 습득할 필요가 없었다.

상호작용에 대한 만족도 측면에서 키보드와 마우스를 이용하는 Garden with insight 에 비해 본 시스템에서 제안한 감각형 인터페이스를 이용할 때 매우 높은 만족감을 보였다. 또한 콘텐츠의 내용면에서도 기존의 시스템에서는 조작에 대한 즉각적인 반응을 보기 어려웠고, 그 내용도 주로 성장에 초점을 맞추는 등 단조로운 내용이었으나 본 시스템에서는 환경에 진화와 적응을 하며 인공 감정을 지닌 콘텐츠로써 더욱 많은 흥미를 가질 수 있다는 것을 알 수 있었다.

#### 5. 결론

제안된 Garden Alive는 현실세계에서 느끼지 못했던 것들을 가상의 세계에서는 즉각적으로 느낄 수 있다는 점에서 흥미를 느낄 수 있었다. 또한 딱딱한 키보드 마우스가 아닌, 직관적으로 사용 목적과 방법을 알 수 있는 물뿌리개, 사용자의 손, 영양분 공급기 같은 감각형 인터페이스를 이용해 컴퓨터와 자연스런 상호작용을 할 수 있었다. 지능적인 식물 측면에서 고유한 유전자를 가진 식물의 다양성과 세대를 거듭함에 따라 진화하는 모습을 볼 수 있었다. 또한 단순히 자극에 반응하는 식물이 아닌 거주자의 상호작용에 따른 식물 개체의 고유한 감정 변화와 그에 따른 반응을 통해 사용자에게 흥미를 줄 수 있었다. 추후 본 논문에서 제안된 시스템은 오락, 교육용 콘텐츠, 사용자에 따른 개별적 반응을 통해 심리적인 안정을 제공 할 수 있는 지능적 콘텐츠 등으로 응용될 수 있다.

#### 6. 참고 문헌

- [1] Christa Sommerer & Laurent Mignonneau, "Interactive Plant Growing"<http://www.iamas.ac.jp/~christa/WORKS/CONCEPTS/PlantsConcept.html>
- [2] Christa Sommerer & Laurent Mignonneau, "A-Volve", <http://www.iamas.ac.jp/~christa/WORKS/CONCEPTS/A-VolveConcept.html>
- [3] Russell, J. (1997). Reading Emotions From and Into Faces: Resurrecting a Dimensional-Contextual Perspective. The Psychology of Facial Expression (pgs 295-320)
- [4] Naoyuki KUBOTA, Yusuke NOJIMA, Norio BABA, Fumio KOJIMA and Toshio FUKUDA: Evolving Pet Robot with Emotional Model, Proceedings of Congress on Evolutionary Computation 2000 (CEC2000)
- [5] Kurtz-Fernhout Software : The Garden with Insight garden simulator <http://www.gardenwithInsight.com>