

# IFS를 이용한 식물의 모델링에 관한 연구

## A Study on Plant Modeling with IFS (Iterated Function System)

민경희, 경병표  
 시지소프트웨어기초연구소

Kyung-Hee Min, Byung-Pyo Kyung  
 CEEGEE Software Research Institute, Taejon

중심어: IFS(Iterated Function System)

### 1. 머릿말

식물의 CG에 의한 화상생성은, 자연경관의 시뮬레이션에 있어서 중요한 위치를 차지하고 있다. 특히 정원이나 공원, 가로수 등의 건설계획에서의 경관프리젠테이션이나 플라잇시뮬레이터를 위한 경관시뮬레이션에 있어서는 더욱더 리얼한 수목의 표현이 필요시 되고 있으며, 컴퓨터그래픽에 있어서 실제의 복잡한 형상을 잘 재현하기위한 방법으로 IFS가 있다. IFS를 이용하면 복잡한 화상도 몇번의 아핀변환을 구성하는 것에 의해 실제로 충분한 정도로의 리얼한 재현이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 표현하기 어려운 자연물중에서도 식물의 모델링과 이미지표현을 보다 효율적인 방법을 고안하여 발전시키는 것을 목적으로 한다.

### 2. 골라쥬정리에 의한 모델링

IFS라 하는 것은, 실제로 구름, 연기, 지평선, 나뭇잎과 같은 복잡한 형상을 재현하기위한 도구로 사용되고 있는 이론이다. 즉, IFS는 2차원 또는 3차원의 대상물을 기하학적으로 모델화 하고 표현하는 것에 사용되고 있다.

2차원 IFS는 n개의 아핀변환의 집합으로 구성하고, 다음과 같이 표기한다.

$$\{W_1, W_2, W_3, \dots, W_n\}$$

축소아핀변환은, 다음의 식과 같다.

$$W_i(z) = az + (1-a)b.$$

단,  $\{i=1, 2, 3, \dots, n\}$ 이다. 이번에 모델화한 식물에서는  $n=5$ 로 하였다. 이 모델링을 위한 알고리즘은 다음과 같다. 즉, 그림1에 표시한 바와 같이 최종의 목표 이미지를 F로 하고, F의 축소이미지  $W_i$ 을 이동, 회전시켜 F의 일부로 한다. 즉,  $W_i$ 은 F를 표현하고 있는 픽셀의 부분집합으로 한다. 이렇게  $W_i$ 이 정해지면 그것을 고정하고, 새롭게  $W_i$ 를 도입한다.

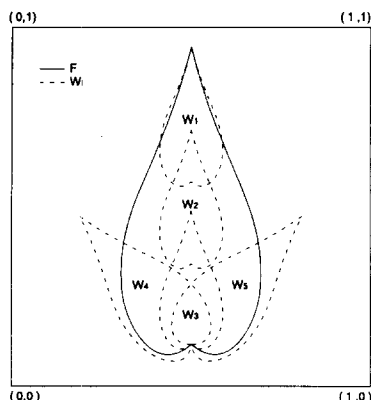


그림 1. 축소이미지  $W_i$ 을 회전, 이동시켜 목표이미지 F를 표현한다.

그리고  $W_i$ 를 이동하여 F안에서  $W_i$ 이외의 장소에 위치시킨다.  $W_1$ 과  $W_2$ 는 겹쳐도 좋지만, 가능한한 겹치는 부분을 적게하는 편이 좋다. 이와같이  $W_i$ 를 구성하는 것에 따라서 다양한 형태를 얻을 수 있다.(그림2~4) 예를들자면, 그림2는 가지많은 나무의 형태가 표현되는 한편,  $a_1, a_2, a_3$ 의 값을 증가시키면 그림3과 같이 안개에 싸인 나무와 같은 표현이 가능하다. 그밖에  $a_1, a_3$ 의 값을 변경하면 나무의 각도에 변화를 주어 나무의 폭을 넓게도 좁게도 표현할 수 있다. 또, b의 값은 축소된 이미지의 위치를 결정한다.



그림 2. 가지가 확실한 식물의 이미지



그림 3. 안개에 싸인 식물의 이미지

### 3. 랜덤한 계수변화에 의한 이미지표현 방법

지금까지 IFS에 의해 만들어진 화상중에는 그다지 다양한 이미지표현에의 연구가 행해지고 있지 않았다. 그리하여 전의 방법에서는 꼴라쥬 방법을 이용하여 식물의 모델링을 실험해 보았으나 이번에는 아핀변환의 계수를 어느 일정한 범위내에서 랜덤하게 변화시켜 보았다. 그 결과, 식물의 보다 다양한 이미지표현이 가능하였다. 먼저 그 실험단계를 정리하여본다. 축소아핀이미지를  $W_1, W_2, W_3, \dots, W_k$ 로 하면,

$$W(z) = W \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

이다.

단,  $(i=1, 2, 3, \dots, K)$ 로 한다. 본 실험에서는  $K=6$ 으로 하고, 각식의 계수를 적당히 선택해서 그려진 수목을 그림5에 표시하였다.(표1) 다음으로 그림5의 수목의 계수  $a, b, c, d$ 에 임의의 범위를 설정하고, 이 범위안에서 랜덤하게 값을 변화시킨다. 이 변화의 값을  $r$ 이라 하여,  $a \pm r, b \pm r, c \pm r, d \pm r$ 로 한다. 그림6에서는,  $r$ 의 값을  $-0.02 < r < 0.02$ 로 준 경우이다. 그림5보다 잎이 무성해져가는 여름나무의 이미지를 얻을수 있었다. 그림7에서는,  $r$ 의 값을  $-0.04 < r < 0.04$ 로 하여 마치 손으로 그린 목탄화와 같은 이미지가 얻어졌다. 이보다  $r$ 의 절대값이 크면 클수록 큰 변화가 나타날 수 있다는 사실이 명백하다.

### 4. 맺음말

IFS에 의한 꼴라쥬정리와 랜덤하게 IFS의 계수를 바꾸어주는 것에 의해, 다양한 이미지의 식물을 만드는 것이 가능하였다. 게다가 기본적인 형상을 유지하면서도 점점 성장해 가는 식물의 시뮬레이션도 얻을 수 있었다.(그림6) 특히 잎이 무성해지면 서도 목탄화와 같은 이미지를 얻기 위하여, IFS의 계수에 범위를 주는 방법에 의해 어느 정도의 표현이 가능했다.(그림7) 이러한 다양한 식물의 이미지표현에의 연구는 향후 컴퓨터와 프로그램의 발달로 디자인 작업에 좀더 효과적으로 사용될 수 있을 것이며 이를 위해서는 다음에 열거할 몇가지의 좀더 구체적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

첫째는, 3차원 형상모델의 생성이 가능할 것, 이점에서는 근접한 자유로운 시점의 이동이나 바람에 의한 흔들림의 표현이 특히 중요할 것이다. 둘째는, 수많은 식물형태에 따른 다양한 모양의 모델링이 가능할 것, 셋째는, 식물의 년도변화나 계절변화 따른 시뮬레이션이 가능할 것등이다. 둘째와 셋째는, 건설계획의 경관프리젠테이션이나 미래예상등에 중요할 것이다. 또, 가장 자연스러운 느낌을 줄 수있는 시뮬레이션이 무엇보다도 중요할 것이다.



그림 4. 꼴라쥬정리에 의한 잎의 모델링



그림 5. 나무의 모델링



그림 6. 잎이 무성한 여름나무의 이미지  
( $-0.02 < r < 0.02$ 의 경우)



그림 7. 목탄화와 같은 나무의 이미지  
( $-0.04 < r < 0.04$ 의 경우)

---

$a_1 = 0.05,$	$b_1 = 0.00,$	$c_1 = 0.00,$	$d_1 = 0.60,$	$e_1 = 0.00,$	$f_1 = 0.00$
$a_2 = 0.05,$	$b_2 = 0.00,$	$c_2 = 0.00,$	$d_2 = -0.50,$	$e_2 = 0.00,$	$f_2 = 1.00$
$a_3 = 0.46,$	$b_3 = -0.32,$	$c_3 = 0.39,$	$d_3 = 0.38,$	$e_3 = 0.00,$	$f_3 = 0.60$
$a_4 = 0.47,$	$b_4 = -0.15,$	$c_4 = 0.17,$	$d_4 = 0.42,$	$e_4 = 0.00,$	$f_4 = 1.10$
$a_5 = 0.43,$	$b_5 = 0.28,$	$c_5 = -0.25,$	$d_5 = 0.45,$	$e_5 = 0.00,$	$f_5 = 1.00$
$a_6 = 0.42,$	$b_6 = 0.26,$	$c_6 = -0.35,$	$d_6 = 0.31,$	$e_6 = 0.00,$	$f_6 = 0.70$

---

표 1. 그림4~6의 파라미터