

DNA염기배열에 의한 게임 배경 음악 생성방법

박용범*, 황철호**

* 단국대학교 전자계산학과 부교수

** 단국대학교 생명자원과학부 부교수

Music Generation Method by DNA as a Game Background Music

Young B. Park*, and CheolHo Hwang**

요약

디지털 미디어의 복사 용이성은 저작권 문제를 일으켰고 이로 인해 기존 음악을 게임 배경음악으로 사용하는데 어려움이 표출 되었다. 게임의 주요 요소 중 하나인 게임 배경음악을 선정하는 것은 중요한 문제이다. 본 연구는 DNA 염기배열에 의한 게임 배경 음악 생성 방법을 제시하여 게임 배경을 쉽게 생성하게 하였다. 현존 하는 DNA는 매우 많은 종류가 있으므로 여기서 얻을 수 있는 게임 배경 음악은 무한하다.

키워드 : 배경음악, DNA, 자동생성.

Abstract

It is getting easier to make copy of Digital Media. And, illegal copy of digital media causes an infringement of copyright. As a result, it is getting hard to find good game background music. In this study, Auto music generation method by DNA is proposed. Through this method, the game background music can be provided very easily. Since thousands forms of DNA have been found already, we can have thousands of game background music through this method.

Key Words : Back ground Music, DNA, Auto generation.

1. 서론

디지털 미디어 시대에 시작으로 많은 창작물의 복제가 용이해졌고 이에 따라 지적 재산권의 문제도 더불어 복잡해졌다. 많은 창작물 저작권자는 좀더 보수적으로 변하고 있으며 이에 따라 타인의 저작물을 이용하는 것이 보다 어려운 문제로 자리 잡아가고 있다. 게임에 있어서도 영상의 기본이 되는 캐릭터와 배경음악의 선택이 저작권 문제와 연결되어 있어 좋은 캐릭터와 배경음악을 얻는 문제는 쉬운

일이 아니며 많은 시간과 비용이 되는 문제가 되었다[3].

본 연구에서는 현존하는 생체 DNA에서 음악을 생성하여 양질의 게임 배경음악을 손쉽게 얻을 수 있는 방법을 제시한다. 게임 배경음악은 점점 화려해지고 다양해 지는 것이 추세이기는 하지만, 아직은 듣기 쉽고 주 멜로디 위주의 가벼운 음악이어서 DNA의 염기 배열을 이용하여 자동으로 생성한 음악 중에 선별적 이용이 가능하다. 그러나 무관한 임의의 연속자료에 의해 음을 생성하는 것은 작곡 과정 중

아무런 이유와 논리적 필연성이 없는 어떤 음들을 나열하는 것에 지나지 않을 수 있으며 이는 음악으로 용납될 수 없다.[11]

DNA는 그 자체가 생명의 다양성을 생성하는 기본 정보를 담고 있으며 생명 특성의 발현이라는 관계를 이미 가지고 있으므로 이 관계를 음악적 관계로 전이 함으로서 음악으로서의 논리적 필연성을 끌어낼 수 있었다. 본 연구에서는 이를 위해 12음계 음악 기법을 사용하였고 염기 코드 자체 뿐만 아니라 염기 배열의 특성을 이용하였다. 얻어지는 결과음악은 DNA의 종류에 따라 상당한 차이를 가지고 있었으며 DNA에서 생성되는 전체 음악을 그대로 쓰는 것 보다는 생성된 음악의 부분을 얻어 사용하는 것이 보다 듣기 좋은 음악을 제공하였다.

2. DNA와 12음계 음악

2.1 DNA의 구성

DNA 염기배열은 4개의 문자, A, C, G, U로 표현되며 이들 4개 문자가 3개씩 모인 쌍으로 하나의 코돈을 만들며 이들에 의해 특정 아미노산을 규정하게 된다. 또한 U는 T로 표기 될 수도 있다. 기본적으로 DNA 염기배열은 2중 나선 구조이지만 A는 U와, C는 G와 쌍을 이루어 만들어져 있어 한쪽 나선 구조만으로도 모든 정보를 담고 있다. 따라서 이를 나열하면 "CCCAGTG CAAGA..."와 같은 4개 문자의 일차 배열의 형태로 나타난다. 이를 이웃 한 3개의 문자로 코돈을 만들면 <표 1>과 같이 해석이 가능하다.[2][4]

First Position	Second Position				Third Position
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Try	Cys	U
	Phe	Ser	Try	Cys	C
	Leu	Ser	Stop	Stop	A
	Leu	Ser	Stop	Tip	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

<표 1> The Standard Genetic Code

염기배열의 진행 중 Met가 나타나면 의미 있는 서열의 시작을 알리며 Stop이 나타나면 의미 있는 염기 서열이 종료된다.[2][4] 한 개의 염기배열에서 의미 있는 염기 서열이 한 개 이상 존재하며 보통 그 중 가장 긴 염기서열에 실제 정보가 담겨져 있을 가능성이 높다.

2.2 12음계 음악

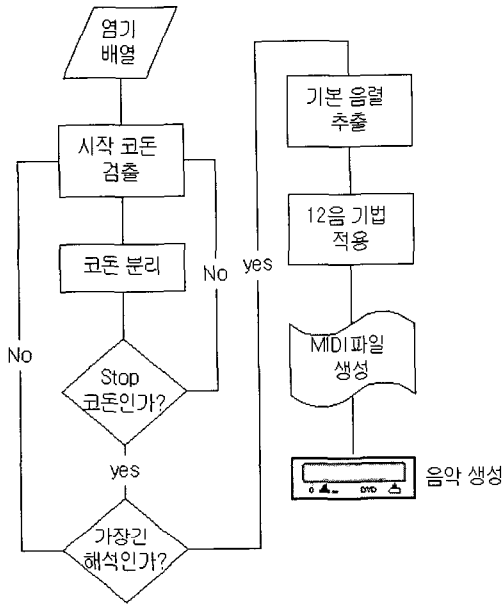
12음계 음악은 1921년 쇤베르크에 의해 발견 되었지만 그 이전부터 많은 작곡가가 작곡에 응용하던 방식이었다. 12음계음악은 다음과 같은 원칙에 의해 만들어진다[5].

- 1) 12음 기본음렬 자체는 작곡을 위한 전제이지 작곡자체도 아니며 음악테마도 아닌 추상적인 것이다[9][10]. 4가지 형태 즉 원형(original), 전회형(retrograde), 역행형(inversion), 역전회형(retrograde inversion) [1]으로 명명되는 이 기본음렬은 음들간의 관계(Beziehung)를 조정하므로 12음이 어떤 방향으로 어떤 음높이에서 시작하던지 상관없다. 이 4가지 형태가 곧 하나의 음악적인 공간을 형성한다.
- 2) 기본전제는 중심음(tonales Zentrum)의 해체를 전제로 한다. 기존의 조성음악에서는 모든 음들이 중심음에 대해 기능적으로 종속되어 음들이 서로 다른 비중을 차지했었다. 그러나 12음 기법에서는 중심음이 없으므로 모든 음들이 평등한 의미를 가지게 된다.
- 3) 12음계 음악에서 12음이 모두 소개되기 전에 어떤 한 특정 음이 반복되는 것을 가능한 한 피하도록 되어 있다. 왜냐하면 반복을 통해 한 특정 음이 다른 음에 비해 더 큰 비중을 받게 되며 이렇게 강조된 음은 기본음이나 중심음으로 암시 될 수 있기 때문이다[8].
- 4) 12음 기법에서는 기능화음이 무명무실 하게 되고 불협화음은 해소되어야 할 필연성을 가지지않게 되어 자유롭게 사용될 수 있다.

이와 같은 원칙에 의해 만들어지는 12음계음악은 일반인이 이해하기에 난해한 음악이 될 수 있다. 그러나 원칙을 강하게 지켜 음악이 만들기 때문에[6] 자동 음악 생성에 이용하기에 용이하다.

3. 자동 DNA 음악 생성 시스템 설계

자동 DNA음악 생성 시스템은 기본적으로 DNA 코돈에 음 높리와 길리 그리고 세기를 대입하여 기본 노트를 만든다. 이때 음 높리와 박자의 진행에는 12음 기법을 적용하여 음악을 생성한다. 그 절차는 <그림 1>와 같다.



<그림 1> DNA음악 생성 절차

시작 코돈의 검출은 계속적으로 염기 코드를 하나씩 읽어 들여 들여며 최근 3개의 코드가 AUG를 이루어 Met를 만들면 시작으로 해석한다. 이때부터 여기 코드는 3개씩 코돈 단위로 읽어 들여며 Stop 코돈을 만나면 하나의 해석으로 평가한다. 다시 AUG를 만난 다음 위치부터 처리를 시작하여 다음 Met를 찾는다. 이렇게 해서 얻어지는 여러개의 해석 중 가장 긴 해석을 유효 해석으로 판단하고 이것을 가지고 기본음렬을 만든다. 본 연구에서는 기본음렬을 바로 음 높리로 만들었으므로 기본음렬 결정 방식은 음높이 결정 방식을 따른다.

* 음 높리 결정 : 음 높리는 강한 관계를 가진 DNA Code의 앞 두개의 문자로 음 높리를 결정한다. 얻어지는 쌍은 4x4 = 16개의 쌍이지만 이 중 Terminal로 사용되는 UA와 UG 그리고 mode change를 알리는 CC를 제외한 13개의 코드에 12개의 음을 대입한다. 남은 1개의 코드

에는 적당한 코드를 넣는다.

이렇게 해서 얻어진 기본음렬은 음 세기 결정에도 이용될 수 있으나 음 세기 결정은 코돈의 마지막 문자를 이용하였다.

* 음 세기 결정 : 음 세기는 DNA Code의 마지막 문자로 세기를 결정한다

마지막으로 박자결정은 12음 기법에 의존 하였다.

* 박자 결정 : 박자는 DNA Code의 앞 두개의 문자로 결정된 음 높리를 기본음렬로 하여 12음 기법을 이용하여 박자를 결정한다. 이때 다양한 변화를 주기 위해 inversion이나 retrograde를 바꾸어 가며 적용한다. 결정 방법은 DNA이외의 요인으로 가능한 청취자가 있으면 청취자의 선택을 준다.

4. 자동 DNA 음악 생성 시스템 구현

일반적으로 주어지는 염기 배열은 <그림 2.>과 같은 형태로 주어진다. 여기에서는 알코올 분해 염기 배열을 나타내고 있다.

```

Head
> gnl042207gb[S78778]S78778 class1 alcohol dehydrogenase [

Body
CCCAGTGCAAGAAACCAGTGATAGCAAGATTGGAA
ACAGACACGCCAGTCAACATGAGCACAGCTGGCAA
AGTTATTAATGTAAAGCAGCAGTTCTGTGGGAACC
AAAGAAACCATTTTCCATTGAGGAAAGTGGAAAGTTGC
CCCACCGAAAGCACATGAAGTTTCGCATAAAGATCT
TGGCCACAGGGATTTGTGCTCCGATGACCATGTGA
TAAC TGGTGC ACTGGTTAGGCCTTTTCCATAATCC
TTGGGCACGAAAGCAGCTGGTGTGTGGAGAGTGTG
    
```

<그림 2> Alcohol dehydrogenase 염기 배열

이렇게 주어진 염기배열에서 Met코돈을 찾고 거기에서부터 시작하여 Stop코돈까지 가능한 해석을 찾아 비교하여 유효 해석을 결정한다.

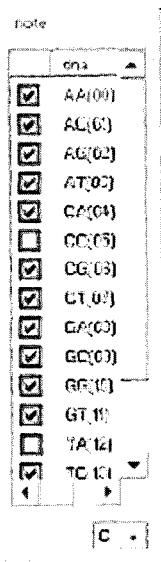
<그림 3>유효 해석의 결정은 이미 생화학 등 생명공학에

enum	len	dna
8	27	ATGGGAACACCAAGGTTCAC
9	9	ATGAAAATGACAGTGGACAA
10	57	ATGGGATGGCAAGGCAAGTCC
11	4	ATGAGGTTGTTGA
12	21	ATGGAGATGACTGGGATCC
13	13	ATGACTGGGCTCGGGATCC
14	91	ATGGGATGGAGGCTTGGGCTT
15	5	ATGGAGTCAAGGGTGA
16	70	ATGCTGCTGTTTCAATGGTCC
17	20	ATGCAGTCCCTAAGTGGT
18	49	ATGGAGAAAAATTTGTTCC
19	7	ATGAGGATTTGATCTGCTT
20	2	ATGTA
21	25	GTGCAAGAAAGCAATGAT
22	388	GTGATAACAAGAATGGAAAG
23	51	GTGGCAAGCAAGGAGATCC

〈그림 3〉 유효 해석의 결정

서 사용한 방법을 그대로 받아들인 것이며 따라서 이 해석 속에 생명을 이루는 원리가 포함되어 있을 것으로 가정할 수 있다. 또한 이와 같은 해석 방법은 하나의 유효 해석을 결정하는데 모순이나 중복이 일어나지 않게 하여 주었다. 그러나 유효 해석 외에도 적당한 길이를 가진 다른 가능한 해석들도 다음 단계의 음악 생성 절차를 따를 수 있으며 경우에 따라서는 유효 해석 보다 흥미로운 음악을 생성하기도 하였다.

〈그림 4〉는 기본음렬 결정과정을 보여 준다. 본 연구에서는 이를 가변적으로 제시하게 하였고 청취자가 자신의 선호에 따라 적절히 설정할 수 있게 하였다.



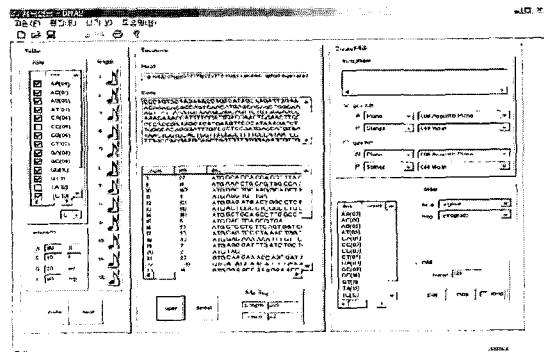
〈그림 4〉 기본음렬의 결정

기본음렬을 결정하는데 코돈의 앞에 2문자를 사용하고 남은 3번째 문자로 음의 세기를 결정하는데 이용하였다(그림 5). 이것 역시 청취자가 자신의 취향에 알맞도록 조정이 가능하게 만들었다.

intention		
A	50	ff
C	50	f
G	70	mf
T	50	mp

〈그림 5〉 음 세기 결정

〈그림 6〉은 자동 DNA음악 생성 시스템의 전체 화면을 보여 준다. 〈그림 7〉은 이 시스템에 앞서 제시한 알코올 분해 염기배열을 집어넣어 MIDI파일을 생성한 후 이 MIDI파일을 MIDI편집 프로그램으로 읽어 들여 생성한 악보를 보여 준다.

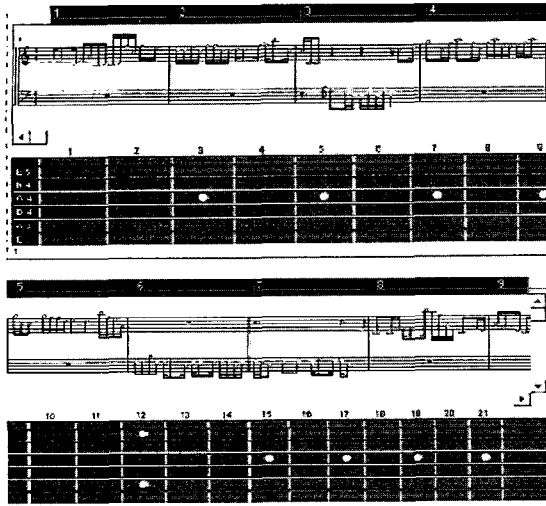


〈그림 6〉 자동 DNA음악 생성 시스템 UI

본 자동 DNA음악 생성 시스템은 Windows 환경에서 작동하도록 Visual C++로 만들었으며 모든 처리는 실시간에 이루어지게 고려 하였다. 사용자 UI부분에 있어서도 모든 Parameter조작이 한 화면에서 이루어 질 수 있도록 고려하였다. 작업의 흐름은 좌측에서 우측으로, 위에서 아래로 순서로 배치하였다.

5. 결론

유전자 정보를 음악으로 바꾸는 것은 미디어간 정보를 교환하는 방식으로 본 연구의 결과는 다양하게 이용될 수 있



〈그림 7〉 자동 생성된 음악의 악보

다. 한가지 가능한 이용분야는 새로운 분석 방법이 될 수 있다. 유전자 정보를 음악으로 미디어 변환하기 때문에 유전자 분석 시 기존 유전자 분석 방법 외에 음악 분석 방법을 적용할 수 있도록 하여 주며 유전자 고유의 음악을 들을 수 있게 한다. 나아가 이들 자료를 누적 시켜 현존 음악과 유사성 관계를 분석 가능하게 하고 DNA음악을 들려 주었을 때 생명체의 반응을 연구할 수 있게 한다. 개개인의 유전자에 적용 하였을 때는 자신의 고유 음악을 소유하게 하여 주며 상호 개인 고유 음악을 교환하여 유대감을 높일 수 있는 수단을 제공한다. 그러나 본 연구의 기본 목적은 게임 배경음악의 생성이었고 이러한 목적에는 만족할만한 음악을 생성할 수 있었다. 단지, 음악을 객관적으로 평가할 방법이 없어 결과의 품질을 비교분석 할 수 없다는 한계가 있었다. 한가지 가능한 방법으로는 임의의 청중 그룹을 만들어 그들의 선호도 조사를 거쳐 음악의 선호도 연구가 뒤따를 수 있을 것이다.

본 연구를 통해 얻은 유전자의 음악을 들어보면 유전자는 그 종류에 따라 특이한 특성을 보여주었는데, 이러한 결과는 앞으로 본 연구와 유사한 연구 속에서 본질이 밝혀지리라 믿는다.

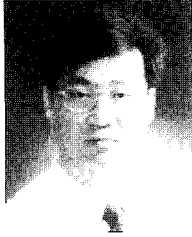
감사의 글

이렇게 다양한 시도의 논문을 실을 수 있는 논문을 만 들어 주신 게임학회와 게임학회 회장님께 감사를 드리며

이 논문지가 나올 수 있도록 노력하여 주신 논문지 편집 위원장님께 심심한 감사를 드린다. 더불어 이러한 결과를 얻을 수 있는 환경을 만들어 준 ㈜이바다닷컴에 감사한다.

참고문헌

1. 김순란, 현대음악 작곡법 (번역: David Cope, "New Music Composition") 세광출판사 1994.
2. 김재호, 김성구, 김우연, 서승염, 장혜영, 하영래, CAMPBELL 생화학, 청문각1997
3. (재)게임종합지원센터, 2000년도 국내 게임개발 동향 분석, (재)게임종합지원센터, 2000
4. 박동기, Lehninger 생화학, 유한문화사, 1987
5. 이경분, "아놀드 쇤베르크(Arnold Schonberg)의 12음 기법(Zwölfontechnik)과 한스아이슬러(Hanns Eisler)의 수정 12음 계 음악 (Zwölfonmusik)", <http://www.um-ak.co.kr/gong/nonmun/keonbun-e.htm>, 2001
6. 최윤정, "쇤베르크와 표현주의의 위기 (번역: Alan Lessem, "Schoenberg and The Crisis of Expressionism") 낭만음악 3호 (통권31호), 149-162쪽, 1996
7. Arnold Schonberg, Komposition mit zwolf Tonen, S.110.
8. Arnold Schonberg, Komposition mit zwolf Tonen, S.111.
9. Carl Dahlhaus, Variationen fur Orchester op. 31, Munchen, pp. 6, 1968
10. Manuel Gervink, "Alban Bergs kompositorische Annaherung an die Zwölfontechnik", Musiktheorie Nr. 1, pp. 57, 1998
11. Wassily Kandinsky, On the Spiritual in Art, ed. Hilla Rebay, New York 1946, p.36.



박용범

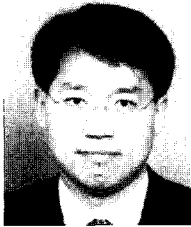
서강대학교 졸업

NewYork Polytechnic Univ. M.S. Ph.D.

(주)현대전자 산업주식회사 산전연구소 선임 연구원

(현)단국대학교 전자계산학과 교수

관심 분야: 게임, 전자상거래, 음성인식 입니다.



황철호

서울대학교 농학과, 농학사

University of Maryland, Dept of Biological Sciences, (이학박사) 식물분

자생물학 전공

현재 단국대학교 생명자원과학부 부교수, 한국식물생명공학회 총무

이사, 한국육종학회 상임이사, 한국작물학회 상임이사, 편집위원
