대중음악
한국대중음악학회, 통권 27호

대중음악 화성 편곡에 활용되는 인공지능 기술 연구

강영근 (백석예술대학 실용음악과 강사)

1. 서론
2. 인공지능 알고리즘과 음악
   2.1 딥러닝
   2.2 진화 알고리즘
   2.3 은닉 마르코프와 몬테카를로 시뮬레이션
3. 인공지능을 활용한 대중음악 화성 편곡
   3.1 화성 기능과 알고리즘의 적용
   3.2 화성 진행과 알고리즘의 적용
4. 인공지능 편곡의 성능 평가
   4.1 실험 데이터 평가
   4.2 정확도 평가
   4.3 유연성 평가
   4.4 사용자 평가
5. 결론

현재 대중음악 산업에서는 인간과 인공지능의 협업을 통해 음악 제작이 이루어지며 이러한 결과물은 상용화가 진행되고 있다. 이는 인공지능이 가지는 기계적 창의성을 통해 인간이 가진 예술적 창의성의 가치를 효율적으로 확장하는 것이며, 나아가 인간과 인공지능의 협업 구조를 통해 새로운 창작물이 표현되는

http://doi.org/10.36775/kjpm.2021.27.9

과정인 것이다. 연구자는 4차 산업혁명 시대의 이 같은 현상을 견지하여 인간과 인공지능의 협업 구조에서 실제적인 창의적 상호 협력 가능성을 심도 있게 고찰하기 위해 인공지능 기술을 활용해 대중음악을 편곡하는 연구를 진행하였다. 연구의 진행을 위해 대중음악 화성 편곡에 적합한 새로운 알고리즘을 개발하고 적용하였으며 이를 통해 다음과 같은 연구 결과를 확인하였다. 첫째, 음악의 화성학을 인공지능 알고리즘을 통해 데이터로 재구성하여 편곡에 적용하는 것이 가능하였으며 둘째, 대중음악 화성 편곡의 특징을 알고리즘을 통해 코드로 구현하고 체계화하는 것이 가능하였다. 마지막으로 급변하는 대중음악 산업의 양상을 견지하여 인간과 인공지능의 창의적 협업 체계를 여러 형태로 확장할 수 있음을 확인한 것에 그 의미를 둔다.

핵심어: 대중음악, 4차 산업혁명, 알고리즘, 인공지능, 화성 편곡

1. 서론

산업화의 역사는 늘 기술의 발전과 함께 음악 산업의 변화를 가져왔다. 증기기관을 이용한 지난 1차 산업혁명은 기계 혁명 기술을 통해 악기 제작과 악보를 인쇄하는 음악 산업의 발전을 가져왔으며, 전기 동력을 활용한 2차 산업혁명은 전기를 활용하는 새로운 악기를 개발했고 이러한 과정은 녹음 기술을 통한 음악 제작을 통해 음악 산업의 전반을 바꾸어 놓았다. 이후 컴퓨터 정보 통신 기술로 대변되는 3차 산업혁명 기술은 컴퓨터를 기반으로 음악 창작의 보편화를 가져왔다. 현재의 4차 산업혁명 기술은 인공지능(Artificial intelligence), 빅데이터, 사물 인터넷 등의 다양한 기술을 바탕으로 음악 산업의 많은 분야를 변화시키고 있다.

4차 산업혁명이 추구하는 기술의 융합은 이미 음악뿐 아니라 그

림을 그리고 시를 쓰는 등의 여러 예술 산업 분야에서 상용화되고 있다. 이러한 4차 산업혁명 시대의 기술이 예술 산업에 미치는 영향에는 부정적 시각도 존재한다. 김훈석(2018)은 예술이 그 시대의 정신이 반영되고, 인간의 정서와 감정, 의식과 무의식 등을 표현한 것이며 인공지능이 예술을 창작하려면 이러한 인간의 모든 것들을 제대로 그려낼 수 있어야 한다고 주장하였다. 이같이 예술 산업에서는 예술의 고유적 가치가 인공지능에 의해 인간과 같이 표현될 수 없다는 시각이 존재하나, 현시점에서 인공지능의 활용과 창의성에 대한 본질은 이것이 아님을 견지해야 한다. 이재박(2018)은 인공지능과 같은 새로운 기술을 통해 창의적 예술 생산의 과정을 기계에 위임함으로써 이에 대한 이득을 고려한다면 인류가 감상의 영역에서 가지게 될 이득이 더 크다는 것이 변화의 본질임을 강조하였으며, 또한 과거에도 인간의 역사에 새로운 기술과 기계가 등장할 때마다 강한 저항이 일어났고, 결국은 기계가 주는 이득이 클 때 새로운 기술과의 협력을 택했다고 주장했다. 18세기 말 산업혁명 초기에 일어난 기계 파괴 운동 이후에도 지속적인 기계의 발달과 문명의 발전은 계속되었음을 염두에 둘 필요가 있는 것이다. 더 나아가 이재박(2018)은 아직 기계에 의식이 생긴 것이 아니며, 따라서 기계는 어떤 의도를 가지고 그 능력을 사용하는 단계에 이르지 못했다는 것을 인지해야 하고 어떤 의도를 가지고 그 능력을 사용해서 이익을 취하게 되는 것은 인간임을 인지해야 한다고 주장했다. 과거 인쇄술을 통한 채보 기술이 없었다면 많은 악기를 사용해 긴 시간에 걸쳐 연주해야 하는 교향곡과 같은 음악은 현재와 같이 발전하기가 어려웠을 것이다. 이처럼 예술 작품이 발전할 수 있었던 배경에는 복제와 전달 그리고 재조합과 같은 새로운 기술 발전이 뒤따랐다. 따라서 현재는 인공지능이 인간과 같은 예술적 창의성을 갖게 될 것을

우려하는 것보다는 인간이 가지는 창의성과 기계가 가지는 창의적 프로세스를 분석하고 연구하여 그것을 어떻게 활용해야 하는지를 고민해야 할 시점인 것이다. 4차 산업혁명 시대의 새로운 기술은 대중음악 산업에도 큰 변화를 가져오고 있다. 박선민(2017)은 과거 3차 산업혁명 시대의 디지털 기술이 음악의 위상 자체를 변화시켰으며 가상 악기와 샘플러의 사용을 통한 음악의 변형 가능성은 소리의 조작과 편집을 통해 음악을 변형 가능한 작품으로 만들고 이에 따라 작곡의 개념도 변화하였다고 주장하였다. 또한 장민호(2017)는 1983년 표준화된 디지털 기술인 MIDI 프로그램이 컴퓨터를 다양한 전자악기와 연결했고 이후 디지털 신디사이저와 샘플러, 그리고 Cubase, Logic, Digital Performer, Pro tools 등 다양한 DAW(Digital Audio Workstation)의 등장이 음악 제작의 방식을 파격적으로 바꾸어 놓았다고 주장하였다. 현재는 이러한 디지털 음악 시대를 지나 인공지능을 활용하는 4차 산업혁명의 음악 산업 시대로 빠르게 전환되고 있다. 4차 산업혁명 시대의 새로운 기술은 음악 창작과정의 많은 혁신 중 하나인 생산성의 극대화를 통해 지난 3차 산업혁명의 기술보다 더 쉽고 빠르게 음악을 만들 수 있는 기반을 마련하고 있다. 이러한 현상은 4차 산업혁명 기술의 대표적 속성인 집단지성의 데이터화를 통해 음악의 창의적 개념을 형식으로 풀어내는 것에 있어 인공지능이 인간을 앞서는 시대임을 인지하게 한다. 현재 인공지능과 인간이 각각 만들어내는 음악은 대중에 의해 구분되지 못하며, 오히려 인공지능이 창작한 음악이 기술적으로 대중에게 더 인정받는 결과도 확인된다.[1] 장유정은 “대중음악이 연주곡을 포함해

1) 프란시스코 비코(Francisco Vico) 교수가 만든 인공지능 이아무스(Iamus)는 모차르트풍의 곡을 창작하였으며 해당 곡은 인간과의 대결을 통해 인간의 창작품보다 모차르트의 곡에 더 가깝다는 평가를 받았다.

대중들이 향유하는 음악을 전반적으로 지칭하는 것"으로 정의하였다.(장유정, 2008:81) 이러한 창작물은 대중에 의해 선택되고 공유되며 향유된다. 대중에 의해 선택되는 예술은 그 사회의 대중이 그것을 선택하고 인정했다는 의미이다. 신정환은 "이런 상황에서 대중음악의 수용자는 단절적이고 수동적인 특성에만 기반하는 것이 아닌, 복합적 주체성을 자연스럽게 갖게 되며 더 나아가 수용자와 생산자, 비예술가와 예술가의 이분법은 흐릿해진다"고 주장하였다.(신정환, 2020:139) 이는 지난 3차 산업혁명의 기술이 가져온 음악 창작의 개념이 새로운 기술을 통해 대중으로부터 다시 확장된 것이며, 나아가 현재는 인공지능을 활용한 새로운 창작의 시대로 더욱 확장되는 것이라 볼 수 있다. 장유정은 "대중음악사의 시대구분을 하는 데 있어서 그 기준으로 다음 몇 가지를 제시할 수 있는데 첫째, 양식의 변화, 둘째, 기술(Technology)의 변화, 셋째, 대중음악 관련 제도의 변화, 넷째, 정치 상황의 변화, 다섯째, 감수성의 변화, 여섯째, 음반 산업의 변화 등이며 여섯 가지 기준을 모두 포괄할 수도 있고 이 중에서 두드러진 기준을 중심으로 시대를 구분할 수도 있다"고 주장하였다.(장유정, 2008:99) 이러한 관점에서 살펴본 바에 의하면 현재의 대중음악은 기술의 변화에 있어 두드러진 시대의 구분점에 서 있음을 알 수 있고 나아가 이러한 기술적 변화는 늘 음악 산업의 구조적인 변화를 가져오는 양상을 보여 왔다. 따라서 대중음악의 시대가 구분되고 있는 현시점에는 대중에 의해 선택되고 인정받는 창작물인, 대중음악의 창작 방식에 대한 심도 있는 고찰이 필요하다.

현시대의 음악 창작 흐름은 단순히 선율과 화성을 창작하는 것만이 아닌 새로운 구조적 변화의 흐름을 가져오고 있다. 안현지는 "가까운 미래의 음악은 음악 '작품'이 아닌 음악적 '행위'가 중심이 될 것이며 디지털 언어로 존재하는 다양한 사물들을 활용해 새로운 음

향을 만들어내는 사람의 '행위', 즉 소리가 만들어지는 전 과정이 음악이 되는 것이다"라고 주장하였다.(안현지, 2020:165) 이는 음악이라는 예술 창작 분야의 구성요소가 기술적 활용의 측면에서 봤을 때 새로운 창조적 행위와 음악적 표현 능력 등에 의해 여러 형태로 확장될 수 있음을 의미한다. 신정환은 "대중음악의 상황성은 복합적이다. 체제 및 매체의 변화와 밀접한 대중음악은 변화된 구조성에 상응하는 새로운 가치성을 내재하고 있으며 또한 이때 테크놀로지의 발달은 핵심적이다"라고 주장하였다.(신정환, 2020:139) 이러한 점으로 미루어 볼 때 음악의 구성요소는 선율, 화성, 리듬만으로 규정될 수 없으며 새로운 음향과 연주 기법 등을 통해 이루어지는 전 과정이 음악의 구성요소가 된다. 따라서 가까운 미래의 음악은 기존의 규칙을 적용하여 음악을 창작하는 것만이 아니라 대중의 유희성에 바탕을 둔 전반적인 창조적 행위의 음악으로 변화될 것이며 이러한 여러 창작의 의미에서 비롯된 4차 산업혁명의 새로운 기술 적용은 대중음악 창작의 새로운 방향을 제시하는 역할을 할 것이다. 장민호(2017)는 현재 대중음악과 같은 변수의 요소가 상대적으로 적은 패턴의 음악은 인공지능이 조만간 설득력 있는 곡을 만들어 낼 것이며 또한 빅데이터와 인공지능의 도움으로 샘플 라이브러리를 이용한 음악 제작이 아주 짧은 시간에 가능해질 것으로 보인다고 주장하였다. 연구자는 이러한 관점에서 인공지능의 기술을 고찰하고자 대중음악 중 하나인 〈세월이 가면〉을 예시로 선정하여 알고리즘을 활용해 해당 곡의 화성을 편곡하는 연구를 진행하였다. 특히 본 연구에서는 4차 산업혁명의 기술적 발전에 기인해 활용된 여러 선행연구를 분석하여 단순히 공학적 측면에서 계산된 기술의 연구가 아닌, 음악적 시각에서 이러한 기술 활용을 보다 구체적이고 실증적으로 검증하고자 하였다. 나아가 이러한 연구 과정과 결과를 통해 다

가올 대중음악의 변화에 대응할 인간과 인공지능의 협업적 시각을 고찰해 보고자 한다.

2. 인공지능 알고리즘과 음악

현재 음악 산업에서는 인공지능 머신러닝(Machine Learning)을 통해 창작한 음악이 상용화되고 있으며 이는 방대한 데이터 자료를 페타플롭스 수준[2)]으로 처리하는 기술력을 바탕으로 한 결과이다. 김의중(2016)은 머신러닝에 대해, 이는 학습 데이터의 특성과 이러한 특성을 기반으로 새로운 데이터를 구별하는 학습 모델이며 나아가 수행 과정을 사람이 사전에 정의해주는 기계학습 분야라고 정의하였다. 이같이 머신러닝 기술로 음악을 편곡하는 것은 단순한 프로그램의 입력이 아닌 학습을 근거로 접근하는 것이며, 이러한 과정에는 반드시 인간이 설정한 알고리즘이 필요하다. 이에 본 연구에서는 음악과 알고리즘의 연관성을 분석하는 것이 중요한 일차적 연구 과제로, 본 장에서는 국내외의 여러 인공지능 알고리즘 기술이 음악에 어떤 방식으로 적용되는지 분석하였다. 나아가 이와 같은 분석을 통해 인공지능의 창작곡들에 사용된 몇 가지 알고리즘의 특성을 딥러닝(Deep Learning), 진화 알고리즘(Evolution Algorithm), 은닉 마르코프(Hidden Markov Model, HMM)와 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation) 적용 방식으로 분류하였다. 또한 창작된 곡들에 해당 알고리즘들이 어떤 특성과 절차를 통해 적용되는지 그 기술을 분석하여, 적용된 기술에 따라 창작된 곡의 특성이 달라지는 것을 분석하였다. 본 연구에서는 대중음악 편곡에 알고리즘을 적용

2) 이는 1초에 천조 번의 연산이 가능한 수준이며 이를 바탕으로 방대한 데이터를 수집하고 분류하며 학습한다.

하기 위해 해당 곡의 화성적 데이터를 분석하고, 패턴을 인식해야 하며 이러한 과정에 적용되는 알고리즘을 설정하는 것이 필요하다. 이러한 과정을 위해 딥러닝 방식과 진화 알고리즘 그리고 은닉 마르코프를 활용하는 방식이 연구자의 대중음악 편곡 연구에 어떤 형태로 부합되는 방식인지 살펴보고 이를 통해 선행 연구의 한계와 보완점을 고찰하여 연구자의 편곡 연구에 적용되는 알고리즘을 설정하도록 한다.

2.1. 딥러닝

현재 딥러닝 기술은 음악의 정보를 데이터로 기록하고 저장하여 음악 창작에 활용한다. 페드로 도밍고스(Pedro, Domingos M, 2016)는 딥러닝을 컴퓨터가 스스로 데이터를 이용하여 사람처럼 스스로 학습 할 수 있도록 인공 신경망을 기반에 두고 구현한 머신러닝 기술이라고 정의한다. 이러한 딥러닝 기술은 대량의 정형화된 데이터 확보와 정보 처리 기술을 통해 음악 창작에 활용되고 있다. 이러한 기술 발전은 음악의 정보를 기록하는 방법을 간소화, 다변화하며 해당 정보를 복제하는 기술과 정확성이 점점 더 정교해지는 배경에 비롯된 것이며, 이는 음악의 데이터 정보를 처리하는 용량과 시간이 과거와 비교해 무한대로 확장되고 있는 현상에 의한 것이라 볼 수 있다. 대표적으로 IBM의 왓슨은 작곡의 영역에서 딥러닝을 이용한 빅데이터 분석을 통해 이러한 결과를 입증했다. 왓슨은 26,000곡을 분석해 인간과의 협업으로 〈낫 이지(Not Easy)〉라는 곡을 만들어 공개했다.[3] 영국의 인공지능 작곡 스타트업인 쥬크덱의 인공지능은

3) 인공지능 왓슨과 그래미상 수상 프로듀서인 알렉스 다 키드(Alex da Kid)가 공동 작업한 이 곡은 미국의 빌보드 차트에서 6위를 기록하기도 했다. 고찬수 181p

1,000만 곡 이상을 작곡했으며, 작곡 엔진에서는 딥러닝과 뉴럴네트워크(Neural network)를 통해 데이터를 학습하여 악보까지 완성한다. 쥬크덱의 음악은 광고 음악, 회사 로고 송, 동영상에 사용되는 음악 작업 등을 주로 했다.[4] 국내의 스타트업인 포자랩스는 딥러닝을 기반으로 한 '뮤지쿠스'라는 이름의 인공지능에 대량의 멜로디와 가사, 소설을 학습시켜 음악과 가사를 만들어내는 인공지능 모델을 개발했다. 뮤지쿠스에는 국내 가수 2,000명의 노래 약 6만 곡, 20만 줄 분량의 가사 그리고 팝, 록, 영화 주제곡 1,000여 곡을 학습시켜 창작하게 하였다.[5] 또 다른 국내의 인공지능 딥러닝 모델은 임현기의「딥러닝을 이용한 멜로디 진행에 따른 코드 생성 연구」이다. 해당 연구에 사용된 악보 자료는 대부분 한 마디에 코드 한 개로 편곡된 2,861곡을 데이터베이스로 구성하였고 이후 마디, 조성, 박자, 코드 정보를 연구에 적용할 수 있도록 최대한 가공되지 않은 형태의 자료로 분류하였다. 연구에 활용된 전체 샘플 수는 한 마디 단위로 적용되도록 샘플을 구성하였기에 120,000개 내외의 행으로 동일하게 형성[6]하여 딥러닝에 적용하였다.

2.2. 진화 알고리즘

진화 알고리즘은 진화론적 특성을 바탕으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 특정 문제 해결에 가장 적합한 값을 찾아내는 계산 모델이다. 진화 알고리즘이 음악 창작에 활용되는 방식은 음악의 동기 발전과

---

4) 쥬크덱의 인공지능은 장르, 길이, 클라이맥스 등을 선택하면 수십 초안에 작곡한 노래가 생성된다. 고찬수 185p

5) 2017년 11월 콘텐츠진흥원은 음악과 인공지능의 만남을 개최해 포자랩스 인공지능의 창작 가능성을 실험했다. 고찬수 188p

6) 임현기,「딥러닝을 이용한 멜로디 진행에 따른 코드 생성 연구」. 24p

같은 개념의 알고리즘으로 이해 할 수 있다. 음악의 진행 안에서 도출되는 코드는 진행 상황에 따라 가장 적절한 코드를 선택하며 진행되어야 유연한 음악적 흐름을 유지 할 수 있다. 그러나 이러한 진행에서 인공지능이 미리 설정한 코드만을 무작위적으로 출력한다면 음악적 진행에 의미 있는 흐름의 코드가 도출될 가능성이 매우 낮다. 이와 같은 문제에서 유의미한 코드를 도출할 수 있는 것이 진화 알고리즘이라 할 수 있다. 이재박은 "진화 알고리즘이 '변이'와 '선택'의 상호작용을 통해서 가장 가치 있는 선택을 하며 이 같은 과정이 유연한 음악 작품을 만들기에 적합하다"고 주장하였다.(이재박, 2018:227) 진화 알고리즘을 적용한 음악 창작의 유용성은 프란시스코 비코(Francisco Vico) 교수의 작업을 통해서도 확인된다. 비코 교수와 연구진은 진화 알고리즘을 활용해 '아야무스(Iamus)[7)]'라는 작곡 인공지능을 만들었으며, 해당 컴퓨터 프로그램은 음악적 창작력을 갖기 위해 멜로믹스(Melomics)라는 시스템을 활용한다. 이 시스템은 '멜로디의 유전학(genomics)'을 뜻하며, 아야무스는 멜로믹스 시스템을 통해 생물의 진화 과정과 같이 음악적 모티브의 진화 과정을 거쳐 음악을 완성한다. 이는 작곡을 위한 음악의 테마들이 형식적으로 발전을 거듭해 나가며 더 적합한 기능을 통해 최선의 것을 선택하도록 하는 과정이다. 멜로믹스 시스템에서는 각각의 음악 테마들을 하나의 유전자로 인식하게 하고 인식된 테마들은 진화의 발생 과정을 거치도록 적용되었다. 연구에 활용된 곡은 각각의 곡마다 핵심 테마가 있고 테마는 음악 안에서 자동으로 진화한다. 음악이 기계를 통해 모든 진화 과정을 마치면 이후 인간은 아야무스를

7) 프란시스코 비코(Francisco Vico) 교수는 스페인 말라가 대학의 교수로 연구진들과 함께 '아야무스(Iamus)'라는 작곡 인공지능을 개발했다. 이재박 226p

통해 진화된 수많은 작품을 선택하여 활용하면 되는 것이다. 국내에는 광주과학기술원의 안창욱 교수팀이 만든 '이봄(Evom)'이 대표적인 진화 알고리즘 기반의 작곡 인공지능이다. 이봄은 진화 알고리즘과 작곡 이론이 긴밀하게 연계되어 작동하며 무작위적 요소에 작곡 이론을 병행하여 많은 곡을 만들어낸다. 이후 수많은 곡으로부터의 학습을 바탕으로 음악적 요소에 기반한 창작곡들을 평가한 후 보다 좋은 평가를 받은 곡들을 모아 작곡 이론의 범주에서 무작위적으로 재조합하여 새로운 곡들을 만들어내는 절차를 수없이 반복한다. 인공지능 이봄의 작곡 결과물인 〈Song of spring〉과 〈This Spring〉 두 곡은 음악 시장에 공개되어 실제로 상용화되고 있다.[8] 또 다른 국내 연구 중 하나인 김세훈, 김바울의 연구에서는 유전 알고리즘을 기반으로 코드를 생성하는 연구가 진행되었고, 해당 연구에서는 개체군을 형성하여 구성한 코드 적응도가 구해지면 이를 통해 선택과 교차, 변이의 유전 연산을 적용하는 알고리즘을 개발하였다. 개발된 알고리즘은 선택 연산을 활용해 개체군에서 두 개의 코드를 적응도에 비례하는 확률로 선택하여 '부모 염색체'로 삼고 이들에 교차 연산을 적용한 후 '자식 염색체'에 해당하는 코드를 생성해 주는 방식이다. 이때 두 가지 염색체에서 임의로 설정한 교차 발생 지점을 기준으로 하여 두 염색체를 섞어주는 방식이 적용되며, 이러한 과정에서는 먼저 코드의 집합으로 개체군을 형성하고 이후 개체군을 형성하는 각각의 코드 적응도를 계산하는 방법을 활용한 것이다.[9] 이러한 여러 진화 알고리즘을 활용한 음악 창작물들은 음악의 진행을

---

8) 안창욱 교수의 인공지능 이봄(Evom)의 창작곡은 총 4곡이 국내 음원 사이트에 등록이 되어 있다. 고찬수 187p

9) 김세훈, 김바울 「유전 알고리즘을 기반으로 한 자동 코드 악보 생성 프로그램 구현」. 3p

모티브로 삼아 이를 진화의 개념으로 확장한 것이며 이와 같은 진화 알고리즘은 인간의 창의성을 알고리즘으로 유추하여 재결합하는 것으로 정리할 수 있다.

2.3. 은닉 마르코프와 몬테카를로 시뮬레이션

마르코프 연쇄 몬테카를로는 지정한 목표 확률로부터 무작위의 샘플을 얻는 방법이며 해당 기술의 알고리즘은 얻고자 하는 샘플의 목표분포를 정상확률분포로 가지는 마르코프 체인을 만든다. 페드로 도밍고스(Pedro, Domingos M, 2016)는 마르코프 연쇄와 몬테카를로 시뮬레이션을 "다룰 수 없는 분포의 변수를 다룰 수 있는 분포로 근사화 하고 근사화된 분포의 변수들을 최적화시키는 방식이며 이를 기술용어로 마르코프 연쇄 몬테카를로라고 부르며 줄여서 MCMC (Markov Chain Monte Carlo)라 한다"고 정의하였다.(페드로 도밍고스 Pedro, Domingos M, 2016:225) 음악을 여러 상황의 확률 분포에 체계적으로 연결하는 방법에는 많은 연구가 필요하며 이는 수많은 변수에 관한 분포를 구하는 것이고 또한 이를 모형화하는 것이다. 이와 같은 과정은 음악의 요소를 데이터화하여 컴퓨터 프로그램을 통해 학습하는 과정이라 할 수 있다. 따라서 체계적으로 정리된 수많은 데이터의 알고리즘은 음악 창작에 매우 유용하게 활용될 수 있다. 이러한 알고리즘을 설정하기 위해 사용되는 은닉 마르코프 모델에는 상태(State) 정보가 숨겨져 있고 출력(Output)된 정보만 관찰된다. 따라서 출력된 정보만을 가지고 숨겨진 상태 정보를 추정해야 하며 이것을 '은닉 마르코프 모형', 줄여서 'HMM'이라 부른다.[10] 은닉 마르코프 모형에서 각각의 상태는 서로 독립된 상태가

10) 은닉 마르코프 모델의 핵심은 이전의 상태를 확인하지 못하고 현재의 관찰들로 이전

아니며 이전의 상태에 영향을 받는다. 예를 들어 은닉 마르코프 모형을 음악 이론에 적용, 학습하기 위해서 은닉 상태를 추론하는 일 즉, 코드가 도출되는 과정과 이를 기반으로 상태 전이 확률과 관측 확률을 추정하는 일을 수차례 반복해야 한다. 마르코프 연쇄는 현재의 조건을 통해 미래는 과거에 대해 조건부 독립이라는 가정을 가지며 이를 구현한다. 페드로 도밍고스는 "은닉 마르코프의 경우, 조건부 독립에 더해 각 관찰이 해당하는 상태에서만 의존한다고 추정하며 여러 경우에서 다양하게 작동하는 알고리즘을 만들어내는 것이 가능하다"고 주장한다.(Pedro, Domingos M, 2016:218) 이러한 은닉 마르코프 모델은 몬테카를로 시뮬레이션과 함께 활용된다. 페드로 도밍고스는 "몬테카를로 시뮬레이션은 수식만으로 계산이 어려운 문제를 데이터의 무작위 샘플을 활용해서 결과를 구하는 방법"이라고 주장한다.(Pedro, Domingos M, 2016:226) 몬테카를로 시뮬레이션의 유용한 점은 어떤 상호작용이 일어나면 그것을 어느 곳에 기록할지 선택하는 것에 있으며, 해당 방식은 구조적으로 연결된 각 상태의 방문 횟수가 그 상태의 확률에 비례하도록 해당 상태에서 다른 상태로 규칙 없이 이동하는 것이다. 이후 그 상태의 횟수는 비율로 나타내게 되는데, 페드로 도밍고스는 "몬테카를로의 효율성은 베이즈 네트워크의 확률 분포로 수렴되는 마르코프 연쇄를 설계한다는 것이고 이는 변수들이 반복 순환하며 상태가 주어진 경우의 조건에 따라 변수를 지정하는 것"이라고 주장한다.(Pedro, Domingos M, 2016:225) 이것은 단순히 최상의 모형만을 찾지 않고 해당 모형이 얼마나 선택 가능성이 있는가에 따라 가중치를 주고 모든 모형으로 평균을 취하며 이후 가중치 부여 작업을 효율적으로 설정하기

상태들을 추론해야 한다는 것이다. 페드로 도밍고스. 212p

위해 마르코프 연쇄 몬테카를로 같은 확률적 추론 알고리즘을 사용하는 것이다. 해당 알고리즘이 음악 편곡에 사용되는 여러 경우의 수, 즉 이러한 난수의 데이터를 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 도출하고 내부 확률의 구조는 은닉 마르코프 모델을 활용해 나머지 데이터를 더 구체적으로 파악하고 필터링한다. 국내에서는 최성락의 연구에서 마르코프 체인 모델과 몬테카를로 시뮬레이션 모델을 결합한 자동작곡 연구모델이 개발되었으며, 이 연구에서는 브라질의 작곡가 故 안토니오 카를로스 조빔(Antonio Carlos Jobim)의 작품분석을 통해 하모니의 패턴을 분석하고 멜로디 동기의 알고리즘을 파악하여 곡으로 완성하는 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 실제 음악 작곡의 규칙 단위를 설정하고 이를 패턴화 하여 진행함에 따라 자동작곡을 통해 작·편곡 결과물을 도출 할 수 있다는 가능성을 제시하였다. 이러한 과정에서는 인공지능이 도출한 결과를 수정한 이후 오류로부터 다시 학습을 진행하여 정확도에 가까운 결과를 도출하는 과정이 반복되었다.

연구자는 국내외의 인공지능을 활용한 여러 음악 창작 사례를 살펴보고 분석하여 다양한 음악 장르에 각각의 알고리즘이 어떤 방식으로 적용되는지 알아보았으며, 또한 해당 알고리즘들이 어떤 음악적 연관성을 통해 음악 창작에 활용되는지 살펴보았다. 이 같은 사례를 통해 살펴본 결과, 알고리즘을 설정해 대중음악 편곡에 필요한 코드를 도출하기 위해서는 지정된 음악으로부터 적용된 화성적 규칙과 변수의 특징을 파악해야 하고 이후 생성 가능한 변수를 줄여나가며 유형별로 데이터를 코딩(Coding)해야 하는 과정이 필요함을 파악하였다. 또한 이와 같은 과정에는 딥러닝과 같은 결과의 조합과 재구성 즉, 화성적 지식이 없어도 음악의 정형화 된 데이터만을 적용하는 방법과 진화 알고리즘과 같이 인간이 관여하지 않은 상태로

의 편곡 방법은 적용될 수 없음을 확인하였다. 대중음악 편곡의 과정은 어떤 화성을 편곡에 적용하여 표현할 것인가 등에 관한 음악적 특징이 창의적으로 표현되며 확장되어야 한다. 인공지능을 활용한 코드 편곡은 인간의 선험적 경험을 통한 이론이 머신러닝을 통해 적용되는 추론의 과정이라 볼 수 있으며 이러한 추론 과정에 필요한 것은 기존의 학습된 편곡 규칙이 연구자의 코드 편곡 과정에 적용되는 것이다. 이는 인공지능이 만들어내는 완성된 편곡을 활용하는 관점이 아닌 인공지능을 창작에 관한 기술적 도구의 활용 관점으로 접근해야 한다는 것이며, 이 같은 연구를 진행하기 위해서는 은닉 마르코프와 몬테카를로 시뮬레이션 기술이 적용되어야 함을 확인하였다. 은닉 마르코프와 몬테카를로 시뮬레이션 기술을 통해 도출된 코드 결과는 그 도출된 근거와 방향 및 수정해야 하는 부분에 관한 구체적 확인이 가능하며 이와 함께 필터링을 통해 연구자가 원하는 코드를 도출해 나가는 것이 가능하다. 이러한 과정이 적용되는 또 다른 이유는 편곡되는 코드와 진행을 구조적으로 파악하여 이를 통해 편곡 방향에 대한 명확한 근거를 제시하기 위함이다. 이러한 모든 편곡 과정은 음악에서 이루어지는 여러 가지 편곡법이 인공지능 알고리즘을 통해 더욱 쉽게 이해되고 적용될 수 있다는 것을 의미한다.

3. 인공지능을 활용한 대중음악 화성 편곡

인공지능을 활용한 화성 편곡의 핵심은 멜로디와 화성의 관계를 분석한 후 화성학적 연관성을 통해 이를 알고리즘으로 설정하여 코드를 도출하는 것이다. 이와 같은 과정에서 생성된 코드는 입력한 진행 즉, 패턴의 정확성을 다시 분석하고 학습하여 편곡의 효율성을

확장한다. 본 연구에서는 은닉 마르코프 모델과 몬테카를로 시뮬레이션을 결합한 모델을 활용하여 〈세월이 가면〉을 편곡하는 연구를 진행하였다. 해당 곡이 본 연구에 적용된 이유는 원곡에 표현된 코드 진행이 연구자의 편곡 구성에 다시금 적용하고 분석하기에 적합하다고 판단되었으며, 또한 기존 편곡된 곡들과의 비교 분석이 효율적이라 판단되었다. 알고리즘을 설정하여 편곡 연구를 진행하기 위해서는 일차적으로 생성되는 수많은 코드 구조를 은닉 마르코프 모델을 적용해 파악하고 이후 필터링 과정을 거쳐야 한다. 이는 〈세월이 가면〉이라는 특정 곡에서 생성 가능한 코드들을 연구자가 설정한 화성적 규칙에 따라 생성되는 여부를 평가하는 것이며 이후 수정 보완 작업, 즉 필터링 작업을 통해서 연구자가 지정한 화성적 규칙에 벗어나는 코드와 진행을 배제하는 과정이다. 화성학을 알고리즘에 적용하여 데이터로 활용하는 방식은 여러 가지 방식으로 검토, 분류가 가능하나 본 연구에서는 필터링 작업의 수월한 진행을 위해 실제 편곡 학습에 사용되는 화성학 규칙을 체계화하고 이를 통해 편곡 패턴의 알고리즘을 설정하고 적용하도록 한다. 이와 같은 진행 과정에 활용되는 음악 이론은 데이터로 전환 되어야 하고 이후 이러한 과정에 은닉 마르코프 모델과 몬테카를로 시뮬레이션을 적용해 연구를 진행한다. 이는 화성적 개념을 인공지능의 데이터 적용 소재로 전환하는 과정이며 이런 과정을 통해 도출된 결과는 연구자의 편곡 방향에 적용 가능하다는 것을 의미한다.

3.1. 화성 기능과 알고리즘의 적용

멜로디 분석을 통해 생성되는 코드는 각각의 코드만으로 설정될 수 없으며 코드의 기능과 진행으로 분류되어야 한다. 이는 인공지능

알고리즘에 화성적 규칙을 적용하는 과정이 실제 편곡에 사용되는 코드를 기능적 소재로 분류하여 편곡하는 과정인 것이다. 나아가 이러한 과정에 층위를 나누어 각각의 화성적 소재가 실제 진행으로 생성되도록 한다. 먼저 알고리즘에 적용되는 화성적 소재는 다이아토닉(Diatonic) 코드, 세컨더리 도미넌트(Secondary Dominant) 코드, 서브대리 도미넌트(Substitute Dominant) 코드, 릴레이티드 투 마이너(Related IIm) 코드, 디미니쉬(Diminished) 코드, 서스포(Suspended4) 코드, 텐션(Tension) 코드, 라인클리세(Line Cliche) 코드가 적용되도록 알고리즘을 설정한다.

기능적 소재의 코드는 편곡에 적용되는 단계를 설정하여 소재로의 코드가 생성되는 층위 여부를 구성하고 이러한 과정에서 나타난 결과를 수정하는 과정을 반복한다. 이는 생성된 코드가 어떤 확률에서 생성된 것인지를 관측한 이후 관측된 데이터를 수정하고 필터링하는 과정을 반복해 연구자가 원하는 코드 결과가 도출되도록 하는 것이다. 본 연구에서는 인공지능을 활용한 편곡 방식이 실제 편곡에 체계적으로 적용되는 것을 확인하기 위해 코드를 다음과 같은 여덟 가지의 화성 편곡 소재로 분류하여 아래의 방식과 같이 알고리즘에 적용한다.

첫 번째는 조성의 체계적 분류를 위해 다이아토닉 코드를 설정한다. '다이아토닉이란 선율, 화음, 화성 진행 등이 지정된 음계의 구성음들로 이루어진 경우를 의미한다'.(한진승, 2019:25) 다이아토닉 코드가 본 연구에 적용되는 방식은 편곡될 곡의 구조 안에서 해당 화성의 기능을 파악하고 이를 대리 코드의 기준을 근거로 하여 코드를 생성하는 것이다. 이는 다이아토닉의 화성 구조가 가지는 Tonic, Sub Dominant, Dominant의 기능 안에서 화성 기능에 따라 각 코드가 대리 코드를 가질 수 있는 이유이며 이러한 과정에서 적

절한 코드가 도출되도록 알고리즘을 설정한다.

두 번째는 세컨더리 도미넌트 코드의 설정이다. '세컨더리 도미넌트 코드는 지정된 음계에서 5도를 제외한 음을 근음으로 가지는 도미넌트 세븐 코드이다. 해당 코드는 도미넌트 모션에 준하는 진행에 따라 지정된 각 조에서의 다이아토닉 코드에 비교적 쉽게 연결될 수 있기에 대부분의 각 조성 내에서 많이 활용된다'.(삼호뮤직 편집부, 2002:103) 이와 같은 세컨더리 도미넌트 코드는 '다이아토닉에서 일차적으로 다른 조성을 끌어들일 수 있으며 단순한 조성음악에 새로운 코드 사운드를 조성한다'.(장기호, 2012:97) 세컨더리 도미넌트 코드가 본 연구에 적용되는 방식은 먼저 세컨더리 도미넌트 코드의 근음을 다이아토닉 조성안에 구성되도록 알고리즘하고 이후 완전 5도의 진행에서 약한 박자에 일정한 확률로 도출되도록 하여 이러한 설정이 근음진행의 규칙에 적용될 수 있도록 알고리즘으로 설정한다.

세 번째는 증 4도 대리 도미넌트 코드의 설정이다. 해당 코드는 '트라이톤(Tritone)[11]의 두 음이 자리바꿈 되어 3음과 7음의 역할이 서로 바뀌는 코드로써 같은 트라이톤을 가지는 도미넌트 코드이다'.(한진승, 2019:114) 증 4도 대리 도미넌트 코드가 본 연구에 적용되는 방식은 Ⅱm7 코드와 Ⅴ7 코드의 완전 5도 진행에서 해당 멜로디가 증 4도 대리 도미넌트 코드의 구성음에 해당할 경우 적용될 수 있도록 하며 이후 일정한 확률을 설정해 해당 코드가 도출되도록 알고리즘으로 설정한다.

네 번째는 릴레이티드 투 마이너 코드의 설정이다. '릴레이티드

11) 트라이톤 음정은 도미넌트 세븐 코드의 특징적인 성분이다. 트라이톤은 코드 사운드의 불안정성을 만들어내며 해결이 필요한 음정이다.

투 마이너 코드는 도미넌트 코드의 화음을 코드 톤 위로 확장했을 때 생성되는 완전 5도 위의 마이너 코드이다'.(장기호, 2012:118) '모든 도미넌트 코드는 곡의 조성과 관계없이 도미넌트 화음이 확장된 투 마이너 세븐 코드를 순간적으로 분할해 사용하는 것이 가능하다'.(한진승, 2019:126) 릴레이티드 투 마이너 코드가 본 연구에 적용되는 방식은 곡의 진행에서 코드의 기능이 서브 도미넌트, 도미넌트로 변환될 때 이를 도미넌트 코드에 앞서 분할, 적용되도록 하며 마이너 코드로의 진행에서도 순간적으로 도미넌트 코드와 분할되어 확률적으로 적용되도록 알고리즘으로 설정한다.

다섯 번째는 디미니쉬 코드의 설정이다. '디미니쉬 코드는 두 개의 트라이톤을 코드 구성음으로 가지는 불안정한 사운드의 코드이며 이러한 불안정성은 부분적으로 해당 코드의 구성음이 보이스 리딩 하려는 성향을 가진다'.(랜디펠츠, 2002:107) 또한 '디미니쉬 코드의 사용법은 경과적 혹은 보조적으로 제한된다'.(장기호, 2012:148) 디미니쉬 코드가 본 연구에 적용되는 방식은 곡의 진행에서 반음 단위의 코드 연결에 적용되도록 한다. 이는 디미니쉬 코드가 단독적인 기능이 아닌 진행에서 각 코드를 구조적으로 연결하는 역할로 알고리즘을 설정하는 것이다.

여섯 번째는 서스포 코드의 설정이다. '서스포 코드는 구성음의 장 3도를 완전 4도 음으로 대체하며 이로 인해 도미넌트 세븐 코드의 트라이톤 음 중 하나만을 코드 구성음으로 포함하는 코드이다'.(한진승, 2019:59) 서스포 코드가 본 연구에 적용되는 방식은 먼저 하모닉 리듬을 설정하여 리듬의 위치가 강한 박자에 위치하는 경우 도미넌트 코드 앞에서 활용되는 서브 도미넌트의 기능으로 설정한다. 이후 서브 도미넌트의 역할에서 도미넌트의 기능으로 연결되는 구조에서 해당 코드가 보조적으로 도출되도록 한정하여 알고리즘으

로 설정한다.

일곱 번째는 텐션 코드의 설정이다. '텐션 코드는 기본적 화음의 구성 위로 비화성음을 쌓아 올려 긴장감을 조성하는 코드이다'.(삼호뮤직 편집부, 2002:215). 또한 '코드 구성음이 아닌 음이 코드 구성음의 기능을 방해하지 않으며 함께 사용할 수 있는 음을 텐션이라고 한다'.(장기호, 2012:98) 이때 '사용되는 텐션은 해당 조성의 음들로만 구성되며 각 코드 구성음으로부터 장 9도의 음정 관계를 설정한다'.(한진승, 2019:48) 텐션 코드가 본 연구에 적용되는 방식은 다이아토닉의 음계 안에서 파생되는 음을 가지는 텐션 코드가 먼저 도출되도록 설정하고, 도미넌트 코드만 이와 같은 설정 범위에서 예외로 둔다. 나아가 텐션 코드가 모든 코드에 적용되어 도출되는 것은 음악적 흐름에 유용하지 못하다는 점으로 미루어 보아 해당 코드가 일정한 확률에 의해 도출되도록 알고리즘 한다. 다만 Ⅱm7 코드와 Ⅴ7 코드의 진행이 생성될 때, 해당 진행이 마이너 코드로 진행하는 경우 도미넌트 세븐 코드의 텐션은 b9과 b13이 확률적으로 도출되도록 지정해 알고리즘으로 설정한다.

여덟 번째는 라인클리세(Line Cliche)이다. '라인클리세는 라인 프로그레션(Line Progression)이라고도 하며 코드의 리듬이 긴 경우 단조로움을 벗어나기 위해 코드를 변형시키는 기법으로 활용된다'.(장기호, 2012:141) 본 연구에서 라인 클리세 코드는 하나의 코드로 분류하는 것이 아닌 하나의 프레이즈로 리하모니제이션되는 경우에 사용하도록 한다. 라인 클리세가 본 연구에 적용되는 방식은 해당 마디에서의 화성 기능이 동일한 경우 코드와 멜로디의 관계에서 단2도가 발생하지 않도록 설정하며, 이후 두 마디 패턴과 혹은 네 마디 패턴의 라인 클리세 코드가 생성되도록 알고리즘으로 설정한다.

연구자가 지정한 여덟 개의 코드는 상기한 과정을 통해 알고리즘

으로 설정되고 이후 코딩을 통해 코드의 텍스트 자료로 도출된다. 본 연구의 화성적 소재 중 릴레이티드 투 마이너 코드와 디미니쉬 코드의 코딩 과정은 다음과 같이 나타난다.

〈그림 1〉 본 연구의 화성적 소재 중 릴레이티드 투 마이너와 디미니쉬 코드의 코딩 과정 예시

```
// Type1 Filters ==============================================================================

class Type1
{
protected:
  const string name;
  const double rate;
  virtual bool evaluate_target(const Ctx3& ctxs) const = 0;

public:
  Type1() = delete;
  Type1(const string& name, double rate) : modified(false), name(name), rate(rate) { }

  virtual vector<Chord> get_alternative(const Ctx3& ctxs) = 0;

  virtual void reset();
  virtual bool need_lock() const;
};


class FtrIIVI : public Type1
{
private:
  const double thres_min_jump;
  Chord get_IIV(const Chord& target, double interval) const;
  virtual bool evaluate_target(const Ctx3& ctxs) const override;

public:
  FtrIIVI(double rate, double thres_min_jump);
  virtual vector<Chord> get_alternative(const Ctx3& ctxs) override;
};


class FtrDim : public Type1
{
private:
  const double thres_max_jump;
  Chord get_dim7(const Chord& target) const;
  virtual bool evaluate_target(const Ctx3& ctxs) const override;

public:
  FtrDim(double rate, double thres_max_jump);
  virtual vector<Chord> get_alternative(const Ctx3& ctxs) override;
};
```

3.2. 화성 진행과 알고리즘의 적용

본 연구의 편곡에 활용되는 코드는 소재로 분류된 후 알고리즘으로 설정되었으며 이후 근음진행으로 다시 한번 분류되어 사용하도록 한다. ‘코드에서 근음은 그 구성에 있어 기초와 기능을 분류하는 근거이며 그 외의 구성음들은 코드의 성격과 색채를 형성하게 된다’.(한진승, 2019:54) 근음진행에 사용되는 코드들은 각각 화음의 기능을 형성하며 진행하는데 이러한 화음의 기능에 맞는 근음진행의 분류를 통해 알고리즘이 설정되어야 각 코드들은 근음진행 안에서 유연한 진행이 가능하다. 따라서 이와 같은 설정을 위해 근음진

행의 단계를 5도권 진행, 순차적 상 하행, 3도 상 하행, 완전 5도 상행, 증 4도 상행과 같은 다섯 가지 진행으로 분류하여 알고리즘으로 설정한다. 이렇게 설정된 진행을 바탕으로 〈세월이 가면〉의 화성적 기능 추론을 통해 기준을 생성하고 이러한 기준 안에서 화성적 소재와 진행을 적용한다. 화성적 기능의 기준을 설정하는 것은 코드가 가지는 화성적 규칙을 기반으로 코드가 무한대로 확장할 수 있는 알고리즘을 제한하는 방법이다. 이는 화성적 기능을 통해 소재로 생성될 수 있는 코드가 알고리즘으로 설정되어 이러한 화성 기능에 충족되는 코드들을 먼저 도출하고, 소재로 적용되는 코드가 유연한 흐름을 가지는가를 검토하기 위함이다. 나아가 이같이 도출된 코드를 원곡의 코드와 비교해 일정 부분 이상 동일한 결과가 도출되었을 때 편곡을 진행하도록 한다. 이후 도출된 코드의 텍스트 데이터가 지정한 소재와 진행의 구성에 맞게 도출되었는지 검토한 후 수정 보완하여 악보에 적용한다.

4. 인공지능 편곡의 성능 평가

본 장에서는 〈세월이 가면〉의 코드를 소재와 진행으로 분류하고 이를 은닉 마르코프와 몬테카를로 시뮬레이션 알고리즘에 적용한 이후 코딩을 통해 코드를 도출한다.

4.1. 실험 데이터 평가

연구자는 〈세월이 가면〉 원곡의 코드 분석을 통해 화성의 기능을 Ⅰ의 기능인 Tonic, Ⅳ의 기능인 Sub dominant, Ⅴ의 기능인 Dominant로 분류하여 일차적인 화성의 기능을 분석하였으며 결과는 아래와 같다.

〈표 1〉〈세월이 가면〉 화성 기능 도출

〈세월이 가면〉 화성적 기능(원곡)																	
Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ
Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ
Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ
연구자의 〈세월이 가면〉 화성적 기능																	
Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅴ
Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ
Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅰ

4.1.1. 코딩 과정과 코드 분류 기호

도출된 화성을 코드로 생성하는 코딩 과정과 도출되는 코드 분류 기호는 아래와 같다.

〈표 2〉 도출되는 코드 분류와 기호

as_time_goes_by
L1 / C64 / 0.3
L1 / 2-5-1 / 0.5
L1 / Diminished / 0.1
L2 / Root-inv / 0.5
L2 / Replace / 0.3
L2 / Replace / 0
L2 / Replace / 0
L2 / MI / 0.4
L2 / Tension / 0.3

〈표 3〉 코딩 과정

As_time_goes_by	곡 제목.
C	곡의 Key. 데이터 악보를 C Key로 만들어야 함.
pop	장르 설정. 하모닉 리듬을 한 마디에 4개의 코드까지 표현하기 위한 설정 범위. 장르별로 하모닉 리듬이 다르게 나올 수 있는 설정을 알고리즘 함.
100	편곡이 진행되는 총 반복 횟수.
10	화성 기능으로부터 코드가 도출되는 반복 횟수.
50	L1 필터를 적용하는데 필요한 반복 횟수.
50	L2 필터를 적용하는데 필요한 반복 횟수.
False	블록의 최적화 여부. (true: 사용, false: 사용 안 함)
True	데이터 악보에 사용한 코드를 화성 기능으로 사용하는지 여부 (토닉, 서브 도미넌트, 도미넌트) 중 하나로만 입력.
0.0	선율로부터 화성 기능을 직접 추론할 때의 무작위성 정도. (0.0~1.0까지 입력 가능)
0.0	화성의 기능 꾸밈 사용 정도. (0.0~1.0까지 입력 가능)
Ionian	편곡에 사용된 모드 스케일.

4.1.2. 코드 도출 단계와 데이터 출력

코드 도출 단계와 이를 통해 데이터로 출력되는 결과는 아래와 같다.

〈표 4〉 코드 도출 단계

단계	출력결과
1	〈 best HMM 〉 ○ 선율과 화성 기능을 통해 도출된 코드. ○ 총 50회 수행한 후 가장 높은 점수[12]의 결과를 선택.
2	〈 best L1_rm_score 〉 ○ 〈 best HMM 〉에 의해 도출된 코드에 새로운 소재를 적용한 결과. ○ 총 50회 수행한 후 가장 높은 점수의 결과를 선택.
3	〈 best L2_rm_score 〉 ○ best L1_rm_score에 ‘텐션과 자리바꿈’을 수행한 결과. ○ 단 1회만 진행.

〈표 5〉 데이터 결과

데이터 결과	
〈best HMM〉========== 3339	
| CM 〈lcl〉 CM7 〈lcl〉	| C7 〈lcl〉 C6 〈lcl〉
| FM7 〈dt〉 G7 [13] 〈dt〉	| Em7 〈ii/〉 + A7 〈v7/〉
| Dm7 [9] 〈dt〉 G7 [13] 〈dt〉+D#dim7〈%%〉	| Em7 〈dt〉 A7 [b13] 〈v7/〉
| FM7 〈dt〉 FM7 [13] 〈dt〉	| G7 〈c64〉 G7 〈dt〉
| CM7 〈dt〉 F#m7 〈ii/〉 + B7 [b9] 〈v7/〉	| Em7 〈dt〉 Am7 〈dt〉
| Dm7 〈dt〉 G7 〈dt〉	| Em7 〈dt〉 A7 [b13] 〈v7/〉
| Dm7 〈dt〉 G7 〈dt〉	| Em7 〈dt〉 Am7 〈dt〉
| FM7 〈dt〉 Dm7 〈dt〉	| G7 〈c64〉 G7 〈dt〉
| CM 〈dt〉 CM7 〈dt〉	| Em7 〈dt〉 F#m7 [11] 〈ii/〉+B7[b9] 〈v7/〉
| Em7 〈dt〉 Am7 〈dt〉 + A7 〈v7/〉	| Dm7 [9] 〈dt〉 Dm7 〈dt〉
| FM7 〈dt〉 Dm7 〈ii/〉 + G7 〈v7/〉	| Em7 〈dt〉 Am7 〈dt〉
| FM7 〈dt〉 G7 [11] 〈dt〉	| Am7 〈dt〉 Am7 〈dt〉
⋮	

12) 본 연구를 통해 생성된 코드는 연구자가 설정한 점수와 함께 생성된다. 표기된 점수가 높을수록 연구자가 설정한 알고리즘과 화성학적 적용 결과가 근사치에 가까움을 나타낸다.

4.2. 정확도 평가

연구자가 지정한 화성적 소재인 다이아토닉 코드, 세컨더리 도미넌트 코드, 서브대리 도미넌트 코드, 릴레이티드 투 마이너 코드, 서스포 코드, 디미니쉬 코드, 텐션 코드, 라인클리세 코드가 화성적 기능 안에서 정확히 적용되었는지 평가한다.

4.2.1 코드의 기호

화성학적 소재의 연관성을 적용해 알고리즘으로 설정된 코드는 생성되는 과정에서 입력한 코드의 기능이 함께 도출된다. 아래는 생성된 코드의 기호를 나타낸다.

〈표 6〉 화성 분석 기호표

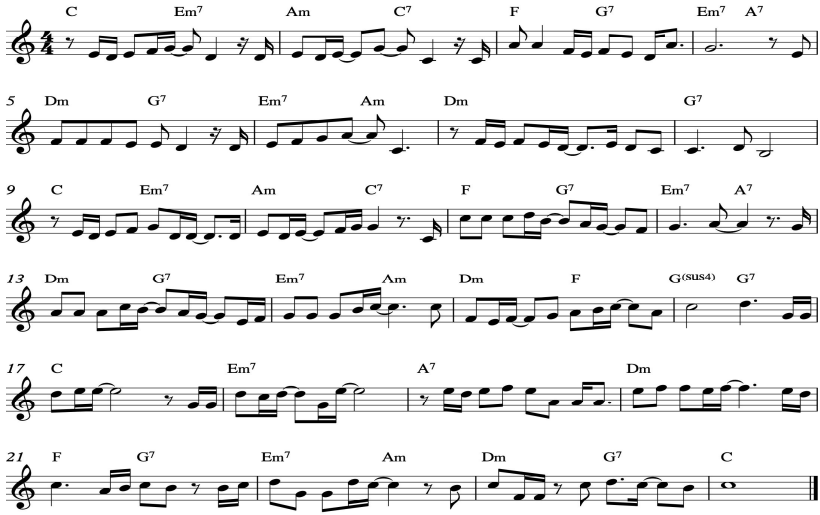
코드 기호	
다이아토닉 코드	〈dt〉
릴레이티드 투 마이너 코드	〈ii/〉
세컨더리, 서브대리 도미넌트 코드	〈v7/〉
서스포 코드	〈c64〉
디미니쉬 코드	〈%%〉
텐션 코드	〈add〉
라인 클리세 코드	〈lcl〉

4.2.2 원곡과 편곡의 다이아토닉 비교

알고리즘으로 설정된 코드가 원곡과 비교해 어떤 코드를 도출하였는지 확인하기 위해 먼저 화성 기능에 다이아토닉 코드만을 적용해 일차적인 결과를 도출하였으며 결과는 아래와 같이 나타났다.

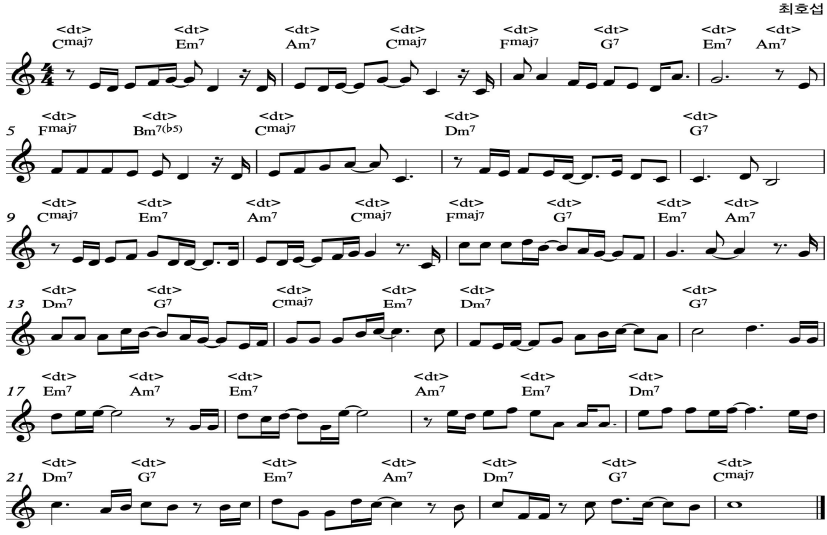
세월이 가면 (원곡)

최호섭



세월이 가면 (인공지능 원곡)

최호섭



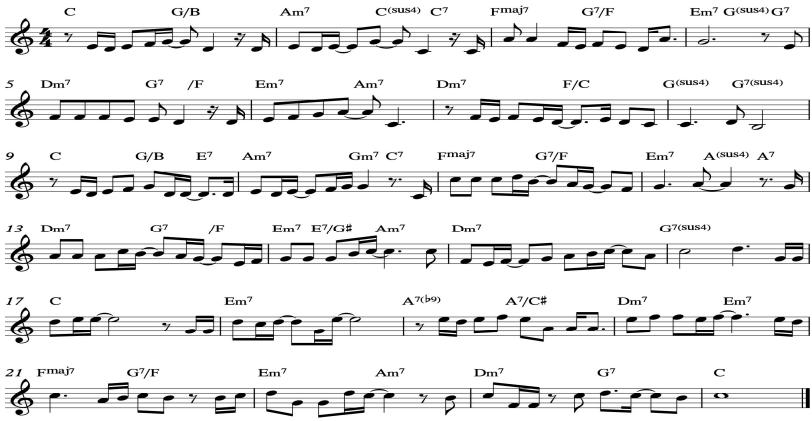
출력된 결과를 원곡과 비교 분석하였을 때, 원곡 2마디의 C7 코드가 인공지능 편곡 CM7으로, 원곡 5마디의 Dm7, G7 코드가 인공지능 편곡 FM7, Bm7-5 코드로, 원곡 6마디의 Em7, Am7 코드가, 인공지능 편곡 CM7 코드로, 원곡 7마디의 F, G7 코드가, 인공지능 편곡 Dm7 코드로, 원곡 14마디의 Em7, Am7 코드가 인공지능 편곡 CM7, Em7 코드로 나타났다. 또한 인공지능 편곡은 원곡 15마디의 F 코드가 생략되었고, 원곡 17마디의 CM7 코드가 인공지능 편곡 Em7, Am7 코드로, 원곡 19마디의 A7 코드가 인공지능 편곡 Am7, Em7 코드로, 원곡 21마디의 F 코드가 인공지능 편곡 Dm7 코드로 출력되었다. 해당 코드들을 분석한 결과 이 코드들은 화성의 기능에 있어 대리 코드로 사용될 수 있으며, 또한 인공지능 코드 편곡에 세컨더리 도미넌트 코드가 설정되지 않아 원곡과 다르게 출력된 부분도 확인 할 수 있었다. 이에 새로운 편곡에는 모든 소재의 코드를 적용하는 것이 가능하다고 판단되어 2차 편곡에는 소재로 활용되는 여덟 개의 모든 코드를 적용하였다.

4.3 유연성 평가

모든 소재와 진행을 적용한 편곡 결과는 아래와 같이 출력되었다. 출력에 앞서 연구자는 '슈퍼스타 K2'에서 발표된 박보람 버전의 편곡과 '나는 가수다'를 통해 발표된 김조한 버전의 편곡을 인공지능 편곡과 비교 분석하기 위해 아래와 같이 악보로 나타내었다.

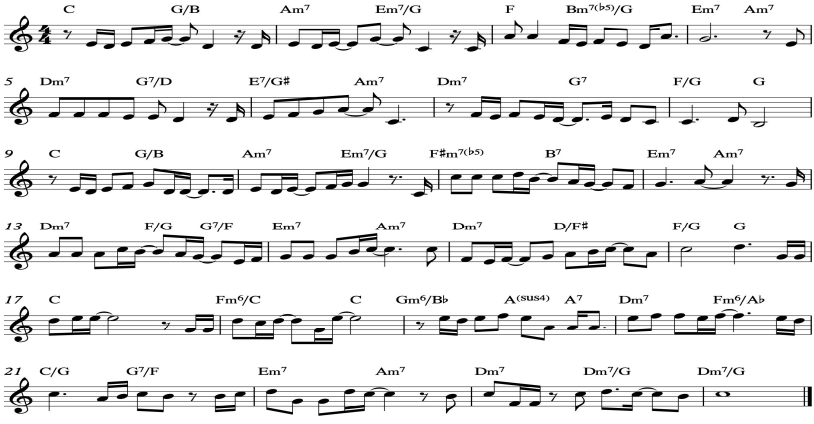
세월이 가면 (박보람 버전)

최호섭

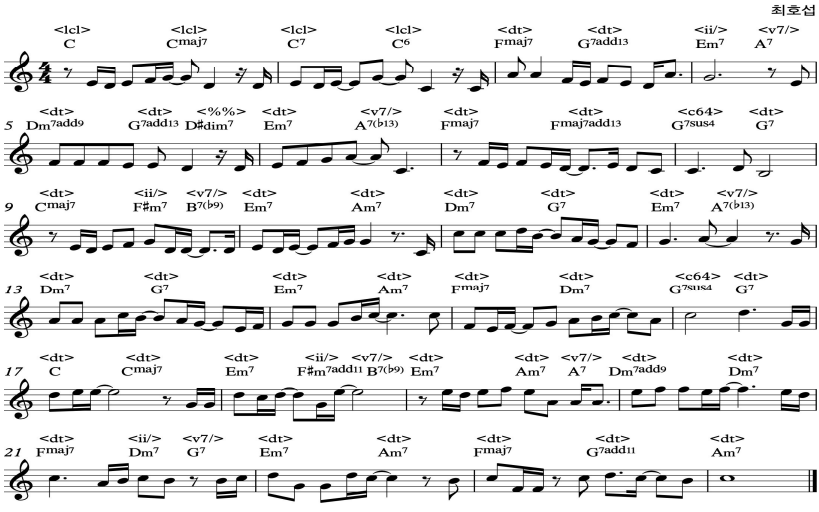


세월이 가면 (김조한 버전)

최호섭



세월이 가면 (인공지능 편곡)



위의 악보들을 통해 확인한 결과, 인공지능을 활용한 편곡에서는 연구자가 지정한 여러 코드 중, 서브대리 도미넌트 코드를 제외한 일곱 개의 코드 종류가 모두 알고리즘에 의해 적용된 것을 확인하였다. 특히 기존의 편곡들과 비교했을 때, 라인클리셰의 적용과 패싱 디미니쉬 코드, 그리고 텐션 코드가 더 다양하게 적용되는 것을 확인할 수 있었다.

4.4 사용자 평가

연구자는 인공지능이 편곡한 〈세월이 가면〉의 음악적 유연성을 평가하기 위해 원곡 작곡가와의 인터뷰를 진행했으며, 그 평가 내용은 아래와 같은 다섯 가지로 분류하였다.[13)]

13) 2021년 2월 17일에 실시한 <세월이 가면>의 작곡가 최귀섭과의 인터뷰 내용이다.

Q. 인공지능이 도출한 코드는 〈세월이 가면〉의 음악적 유연성에 적합한 소재의 코드들로 도출되었는가?

A. "생각보다 많은 코드가 도출되었고 특히 발라드 편곡에 쉽게 쓰이지 않는 라인클리세 같은 코드 편곡은 신선한 접근이다. 많은 코드가 도출되어서 이 코드들이 음악의 흐름에 모두 유연하게 사용된다고 평가할 수는 없지만, 각각의 마디에 적용되는 코드로 봤을 땐 일반적인 코드 편곡에 많이 활용되는 코드 종류가 흐름에 맞게 적절히 도출되었다. 특히 도출된 코드가 어떤 종류의 화성적 코드인지 인공지능 스스로 인식하고 표기해주는 방식은 매우 좋은 접근이다."

Q. 도출된 코드의 진행은 음악의 유연성에 부합되는가?

A. "곡의 중간 중간 크로매틱으로 접근하는 편곡의 코드 진행이 좋았고, 또한 종종 나오는 투 파이브 진행의 코드 편곡이 아주 좋았다. 그러나 Verse, Chorus가 한 번씩만 나오는 것이 좀 아쉬운 부분이다. 전체적인 코드 편곡을 시도해보면 좋겠다."

Q. 기존의 편곡들과 비교해 인공지능의 코드 편곡 완성도는 어떠한가?

A. "기존의 편곡들과 비교해서 편곡의 완성도가 뒤떨어지지 않는다. 오히려 원곡 멜로디의 오리지널리티를 유지하는 편곡은 인공지능 버전과 박보람 버전의 편곡이 나머지 곡보다 좋다. 다만 인공지능 편곡이 멜로디와 어울리지 않는 부분도 한, 두 부분 있으니 이 부분을 다듬는다면 더 좋은 편곡이 되겠다. 그러나 이런 수정 과정은 인간의 편곡 과정에서도 마찬가지이며, 기존 편곡들도 계속해서 마음에 들 때까지 수정한다."

Q. 인공지능 편곡 결과물은 대중음악 시장에 활용될 수 있는 수준인가?

A. "충분히 가능한 수준이다. 다만 곡의 전체적인 편곡을 해보는 것이 좋겠다. 예를 들어 곡의 진행에서 전조도 나온다면 좋을 것 같고,

엔딩 처리 같은 부분까지 편곡이 된다면 더 좋겠다.”

Q. 인공지능을 활용한 음악 창작에 관한 작곡가의 전반적인 의견은 어떠한가?

A. “무서울 정도로 발전하는 인공지능 기술은 작곡가의 입장에서도 당연히 활용될 수밖에 없다고 생각한다. 이것은 선택의 문제가 아닌 기술의 발전이 이루어지면 어쩔 수 없는 문제다. 그러나 인공지능 기술이 이렇게 코드 편곡 같은 부분에 활용되는 것은 동의하지만, 음성인식을 통해 가수들을 모창하는데 활용되는 것은 개인적으로 반대한다. 아무리 기술이 발전해도 목소리를 흉내 내어 가수를 따라하는 부분은 음악적으로도 예술적으로도 가치가 떨어진다고 생각한다.”

연구자는 인공지능 편곡 결과물의 구체적 평가를 위해 실험 데이터 평가, 정확도 평가, 유연성 평가, 사용자 평가와 같은 네 가지 항목을 통해 평가를 진행했다. 특히 사용자 평가에서는 해당 곡에 대한 이해와 평가가 가장 적합하다고 판단되는 〈세월이 가면〉의 작곡가 평가를 통해 인공지능의 편곡과 기존 편곡을 비교하였으며, 이를 통해 인공지능 기술이 대중음악 산업에 활용될 수 있는 수준의 기술임을 확인하였다. 그러나 이러한 과정에서 인공지능의 편곡 결과물이 음악적 유연성에 있어 다소 부적절한 코드를 도출한 것도 확인하였다. 예를 들어 18마디의 F#m7 코드는 F#m7-5 코드와 같은 Ⅱm7-5 코드로의 마이너 투 파이브 진행에 맞는 수정 작업이 필요하다.

5. 결론

예술 창작과 기술의 융합이 확장되는 초기에는 그 기술과 정보를 다룰 수 있는 기술 집단이 발전을 이끌게 된다. 현재와 같이 급변하는 기술의 변화 속에서 현시대의 예술가들에게 필요한 것은 미래에 대한 예측보다는 현실에 대한 기술적 대응이다. 이러한 시기에는 기술을 활용하는 근본적인 원리를 이해하는 것이 예술의 가치 확장에 의미가 있다고 할 수 있겠다. 연구자는 이러한 예술 창작의 기술적 측면을 고찰하기 위해 인공지능을 활용해 대중음악을 편곡하는 연구를 진행하였다. 연구를 통해 확인한 바에 의하면 음악의 화성적 규칙이 인공지능 알고리즘을 통해 실제 대중음악 편곡에 활용할 수 있는 코드로 구현되는 것을 확인하였으며, 이는 인공지능을 활용한 음악 창작의 과정이 인간의 예술 창작과정에 있어 창의적 효율성을 확장한 것으로 볼 수 있다. 본 연구에서는 이러한 기술적 변화를 바탕으로 대중음악에서 사용되는 화성을 소재와 진행으로 분류하고 이후 근음진행 편곡 방식에 적용해 이를 바탕으로 코드를 도출하였다. 연구자는 이와 같은 연구 결과를 원곡 작곡가의 음악적 평가를 통해 인공지능의 활용적 측면에 관한 기술적 완성도를 다시 한번 확인하였다. 결과적으로 인공지능을 활용하여 도출된 코드는 음악의 편곡에 있어 다음과 같은 창의적 가치를 확장하였다는 것에 그 의미를 둔다.

첫째, 음악의 화성적 규칙은 데이터로 재구성되어 인공지능 알고리즘에 의해 적용되었으며 이러한 알고리즘이 실제 대중음악 편곡에 활용될 수 있음을 확인하였다. 이러한 과정에서 화성학의 내용을 데이터로 구성하는 기술과 이를 수학적 알고리즘으로 구성하여 적용한 것은 데이터를 통해 스스로 학습하는 머신러닝의 발전에 의한

것이며 또한 이러한 기술적 발전에 대중음악 편곡이 적용된 것은 기술과 미래의 예술적 가치를 확장한 것이라 하겠다.

둘째, 알고리즘의 분석과 적용을 통해 대중음악 편곡에서 요구되는 코드 편곡의 특징을 구현하고 체계화하는 것이 가능하였다. 연구자는 인공지능을 통해 구현된 여러 사례의 음악 분석을 통해 화성적 소재와 기능 그리고 진행까지 사람이 직접 관여하여 편곡을 진행 할 수 있는 알고리즘을 개발하였으며 이는 계속해서 발전하는 기계적 요소가 알고리즘을 통해 대중음악 편곡의 특징적 요소에 적절히 적용될 수 있음을 의미한다.

셋째, 대중음악 창작 분야에 활용된 인공지능 편곡 기술을 통해 새로운 창조적 행위와 음악적 표현 능력이 여러 형태로 확장될 수 있음을 확인하였다. 미래의 대중음악 변화와 방향 역시 과거와 동일하게 대중음악 향유자들의 선택에서 벗어날 수 없으며, 이러한 요구에 따라 대중음악은 여러 형태로 창작되고 변화해 갈 것이다. 이에 인공지능 편곡 기술은 테크놀로지적 도구로 인간과 협업하여 음악 창작의 새로운 도구로 활용되며 향유자들이 요구하는 여러 음악적 표현과 창작의 범위를 더욱 확장할 것이다.

이미 상용화가 진행되고 있는 4차 산업혁명의 기술은 대중음악 산업에 있어 당장 가시화되는 기술의 하나로 자리 잡으며 해당 산업의 많은 분야를 변화시키고 있다. 예술가들은 이러한 현상을 기술적 관점에서 바라보는 것만이 아닌 인공지능 기술과 창의적 현상이 융합되는 행위에 대해 능동적 사고를 해야 할 것이다. 이러한 사고를 통해 인간은 새로운 기술의 능동적 사용자가 되며 나아가 인공지능 기술이 중심이 되는 창작의 구조를 이해하고 협업해 나가는 태도를 갖출 수 있을 것이다. 4차 산업혁명 시대의 음악 창작은 인간과 인공지능의 협업을 통해 새로운 창의적 결과물을 만들어내고

이와 같은 과정에서 나타난 결과물은 대중에 의해 선택되고 향유될 것이다. 이를 위해 현재의 예술가들은 인공지능을 창의적 사고의 도구로 활용하며 상호 간 융합 역량을 키워 사회 문화적 관계와 소통하는 방향으로 나아가야 한다. 또한 이러한 과정은 사회적, 문화적 소통과 함께 대중음악 수용자들로부터 기술과 예술 창작의 가치를 더욱 확장 시켜 나갈 것이다. 다만 이러한 예술적 가치를 확장하기 위해서는 인공지능 기술을 보다 편리하게 사용할 수 있는 여러 소프트웨어 프로그램의 개발이 더욱 필요하다. 이러한 소프트웨어 프로그램의 기술 적용이 본 연구의 활용에 더욱 필요한 것임을 연구의 한계점으로 둔다.

참고문헌

1. 단행본

고찬수. 2018.「인공지능 콘텐츠 혁명」, 한빛 미디어.

강규일. 2018.「한 권으로 읽는 4차 산업혁명」, 책들의 정원.

김윤명. 2016.「인공지능과 리걸 프레임, 10가지 이슈」, 커뮤니케이션북스.

김의중. 2016.「인공지능. 머신러닝, 딥러닝 입문」, 위키북스.

랜디펠츠. 2002.「버클리 음대 리하모니제이션 테크닉」, 음악 세계.

민은기. 2016.「대중음악의 이해」, 음악세계.

박광일. 2019.「인공지능의 생각법」, 렛츠 북.

이지원. 2019.「인공지능과 음악」, 처음 북스.

이재박. 2018.「다빈치가 된 알고리즘」, 엠아이디.

장기호. 2012.「실전 재즈화성」, 예솔.

페드로 도밍고스. 2016.「마스터 알고리즘」, 비즈니스북스.

한진승. 2019.「버클리 스타일의 재즈 화성학」, 예솔.

홍정민. 2017.「4차 산업혁명 시대의 미래 교육 에듀테크」, 책밥.

2. 학회지 논문

김세훈, 김바울. 2015.「유전 알고리즘을 기반으로 한 자동 코드 악보 생성 프로그램 구현」,『한국콘텐츠학회』15(3): 1-10

김훈석. 2018.「음악과 인공지능의 상호관계 연구: 공존과 지배의 관점에서 본 인공지능」,『한국문화산업학회』3: 125-134

신정환. 2020.「대중음악의 구조와 가치에 관한 연구: 단독성으로서의 지향」,『한국대중음악학회』26: 137-196

안현지, 정은영, 손민정. 2020.「4차 산업혁명시대 음악교육 방향에 관한 현장의 인식 고찰」,『교육논총』40(2): 153-173.

장민호. 2017.「음악 제작 분야의 4차 산업혁명」,『한국문화산업학회』17(3): 39-43

장유정. 2008.「한국 대중음악사 기술을 위한 기초 작업: 몇 가지 쟁점을

중심으로」, 『한국대중음악학회』1: 78-104p
장재호. 2017.「인공지능의 음악성」, 『한국예술종합학교 한국예술연구소』 15: 29-44.

3. 학위 논문

박선민. 2017.「디지털 시대 한국 대중음악의 변화 양상 연구, 2000년 이후 음악의 사례분석을 중심으로」, 고려대학교 대학원 콘텐츠학 박사학위논문.
임현기. 2017.「딥러닝을 이용한 멜로디 진행에 따른 코드 생성 연구」. 서울대학교 융합과학기술대학원 디지털정보융합 석사학위논문.
최성락. 2008.「마코프 체인 모델과 몬테칼로 시뮬레이션 모델을 결합한 자동작곡 연구모델의 개발에 관한 연구」, 상명대학교 대학원 뉴미디어 음악학 전공. 박사학위논문.

Abstract

Study on Artificial Intelligence Technology Used in Popular Music Harmony Arrangement

Kang, Young Gun
(Baekseok Arts University applied music Lecturer)

Currently in the popular music industry music is produced through cooperation between humans and artificial intelligence, and these results are commercialized in the popular music industry. This effectively expands the value of human artistic creativity through the mechanical creativity of artificial intelligence, and further expresses new creations through the structure of collaboration between humans and artificial intelligence. The researcher carried out a study of arranging popular music using artificial intelligence technology in order to in-depth examine the possibility of practical creative mutual cooperation in the cooperative structure of human and artificial intelligence in keeping with this phenomenon in the era of the 4th industrial revolution. To proceed with the research, a new algorithm suitable for popular music harmony arrangement was developed and applied, and the following research results were confirmed through this. First, it was possible to reconstruct the technology of music into data through an artificial intelligence algorithm and apply it to the arrangement. Second, it was possible to implement and systematize the characteristics of popular music harmony arrangements as chord through the algorithm. Lastly, it is meaningful to confirm that the creative cooperation system between humans and artificial intelligence can be expanded in various forms by maintaining the aspect of the rapidly changing popular music industry.

Key words : Popular music, 4th industrial revolution, Algorithm, Artificial intelligence, Harmony arrangement

논문 투고일: 2021년 4월 15일
논문 심사 완료일: 2021년 5월 3일
논문 게재 확정일: 2021년 5월 5일