

[Proposal Form for Venture Research Program for KAIST Ig-Nobel Prize]

<제안서는 국문 또는 영문으로 작성 (총 5페이지 이내)>

# Title : Very first development of "Mhyusics"

## 1. Information on Research Team

Name	Student ID	Department	Career	Role
김광수	20130050	물리학과	학사과정	아이디어 구상, 방법 설계
강찬신	20130017	물리학과	학사과정	실험 관리, 분석
강승효	20130009	전산학과	학사과정	데이터 처리, 분석
손동현	20148052	물리학과	석박통합과정	조언 및

## 2. Project Summary

Objective	<p><b>*Formulate basic of physical music, 'Mhyusics'</b></p> <p>새로운 분야를 개척하게 되면 교과서에 이름이 실린다. 음악 속에 표현되는 음표들은 파동의 형태로 우리에게 전달되고 그것이 우리의 청신경을 통해 전달되어 특정한 감정을 가지게 한다. <b>창의적이고 과감한 postulate와 분석으로 음악을 물리적인 탐구 대상으로 발전시키는 것이 목적이다.</b> 이것은 이성과 감성의 교두보의 역할을 할 것이며, 인간 본연의 모습을 알아가는 주요한 과학적 의의를 가진다. 이번 연구과제의 목적을 정리하면 다음과 같다.</p> <p>*자연 과학의 탐구 대상의 범위를 넓히고, 음악이 그 자체로 자연의 법칙을 담고 있는 과학적인 탐구 대상이 될 수 있다는 것을 보인다.</p> <p>*물리학적인 개념을 토대로 음악의 요소들과 대응하고 이론적으로 분석한다.</p> <p>*실제 음원과 화음 에서 음악의 성질을 나타낼 수 있는 물리적인 지표를 찾고 그것과 인간이 느끼는 감정과의 상관관계에 대해 고찰한다.</p> <p>* 'Mhyusics'라는 새로운 분야의 기반을 세운다.</p>
Description	<p><b>*Basic postulate</b></p> <p>음악은 소리의 흐름과 조화로 이루어졌다. 이를 보다 세부적으로 살펴보면 크게 세가지 요소로 나뉜다. 소리의 흐름을 나타내는 것이 '음정의 변화'와 '박자'이고, 조화를 나타내는 것이 '화음' (harmony)이다.</p>

음악을 만든다는 것은 음표를 사용해서 악보 속에 음의 변화와, 또 그것들의 화성에 일정한 규칙을 부여하는 것이다. 이 규칙은 음악이 완성되면서 완전한 규칙이 부여된다. 그 자체로 하나의 새로운 공간이 만들어지는 것이다. 여기서 이 공간이 특정한 metric으로 표현되며 그 공간이 유일하다고 가정하자. 이러한 규칙성을 real space에 대응시키게 되면, 물리학에서 다루는 분석법을 음악적 구조에 적용시킬 수 있다.

#### \*Developing Analytical Simple Models

기본적으로 음악속의 space는 음표를 매개로 하여 각각 space의 매질의 파동과 mapping된다. 여기서 음표는 discrete한 것이 특징이며 8음계 체계에서 도, 레, 미, 파, 솔, 라, 시, 도가 된다. 이를 frequency로 나타내면 보다 continuous한 variable로 나타낼 수 있다. 즉 **음의 변화는 real space에서 주어지는 파동의 형태변화이다.**

음표를 물리적인 공간상의 파동으로 대응시키고 나면 음악의 물리적인 성질을 분석할 수 있다. 대표적으로 음표와 음표 사이의 interval은 파형이 변하는 정도를 나타낸다. **파의 전파에 따라 에너지준위와 momentum을 정의할 수 있다. 이것은 단순히 파의 frequency에 의존하는 양이 아니라 wave가 reformation을 할 때 변화량을 시간에 따른 미분 값으로 결정하여 음정이 다른 음정들과 연속될 때 상대적으로 얼마나 변화를 줄 수 있는지를 의미한다.** 또한 이것의 변화는 변화하는 순간의 delta function과의 곱으로 모델링할 수 있다.

#### - Simple modeling of short notes(No harmony)

가장 간단한 구조를 가진 음의 배열을 고려하면서 음표가 나타내는 다양한 음악적 표현이 real space의 어떤 물리량과 대응되는지 고찰한다.

#### - Interval analysis

화성에서 생기는 또 다른 물리적인 성분은 두 음정간의 차이에 의존한다. 즉, 음정 주파수 값에 미분을 하였을 경우 화성을 이루는 기본적인 정보를 포함한다. 단일 음정에서 표현되지 않던 미분 성분이 화성에서는 표현되는 것을 미루어 짐작할 때 화성은 음정 성분의 미분 값과 비례하며 음정을 간섭하는 과정에서 결과 값이 덧셈 연산을 하였을 때와는 차이가 있다. 8음계, 12음계에서 불연속적인 주파수에 대해 interval을 탐구하고 화성에 미치는 영향을 조사한다. 추가로 동양에서 사용하는 음계와 서양 음계에서의 차이 또한 interval에서 나타날 것으로 예상한다.

	<p><b>- Base and harmony consideration</b></p> <p>단일 음정의 측정을 위해서는 파동의 기본적인 요소를 측정한다. 반복되는 신호의 크기와 주기를 찾아 시간에 따른 간단한 수학적 식으로 표현할 수 있다. 이후 복잡계로 분석할 신호에 기본적인 실수 성분이며 물리적인 성질을 가지는 가장 기본적인 단위가 된다.</p> <p>합성된 성분을 아는 상태에서 두 음정을 화음으로 분석하기 위해서는 두 신호의 합성관계에 대한 고찰이 필요하다. 인간이 두 음정을 동시에 듣는다면 맥놀이가 발생하게 되며 듣는 사람으로 하여금 음정의 인상을 좌우한다. 두 음정을 간섭한 후에 발생하는 주파수와 진폭의 변화를 측정하였을 때, 한 음정의 base가 화성에 의존도를 계산할 수 있다. 특히 화성을 푸리에 변환을 거쳐 나타낸 주파수 대역에서 크기의 변화를 관찰한다. 푸리에 변환에서 나타나는 두 음정 외의 신호를 두 물리적인 성질의 연산에서 나타나는 또 다른 물리적인 성분으로 가정하여 화성에 대한 성분을 정의할 수 있다. 화성은 두 음정사이의 주파수 차이와 진폭의 비에 의해서 결정된다. 따라서 화성은 두 음정의 물리적인 성질 중에서도 주파수의 간격에 의존한다.</p> <p><b>*Wave-particle duality consideration</b></p> <p>영의 이중 슬릿 실험에서 볼 수 있듯이 입자는 파동의 성질을 가지고 있다. 후에 드브로이는 물질파의 개념을 주장하였다. 이를 음악의 개념과 대응시켜보면 음표라는 하나의 단위가 real space에서의 파동과 대응된다. 우리가 입자가 존재한다고 생각하는 것은 입자가 질량과 운동량을 가지고 있고, 그것을 시각정보를 통해 받아들이기 때문이다. 눈을 통해서 받아들인 시각 정보는 뇌에서 visualization이 일어난다. 이것은 빛을 매개로 일어나며, 그 빛이 어떻게 정보화해서 전달될 것인가는 그 물체가 가진 topological한 특성이다.</p> <p>이것은 음악에서 음표가 가진 성질과 그것이 지시하고 있는 특정 파형과 frequency의 생성과 연결된다. 즉 duality는 우리가 인지를 하기 때문에 생기는 현상이며 질량이나 음정같이 고유한 특성을 전달하는 매개체로서 파동이 존재한다는 것이다.</p> <p>이처럼 음악을 과학의 탐구대상으로 고려하게 되면 음악에 대한 새로운 이해뿐만 아니라 자연과학의 철학적 관점을 제공해줄 수 있다.</p>
Novelty / unusualness	<p>'Mhyusics'라는 개념은 지금까지의 예술과 과학의 틀을 벗어난 완전히 다른 시각을 제공한다. 'Mhyusics'는 기존의 예술과 과학의 융합이 아니다. 지금까지의 음악과 과학의 융합이 그 둘을 분리된 대상으로 보았다면, 본 연구는 음악을 자연과학의 범주에서 바라보고 있다. 과거 많은 사람들이 그랬듯이, 당연한 것에 대한 질문으로부터 시작한다. 우리는 '도미술'의 화음을 들으면서 긍정적인 느낌을 받고 '도미b</p>

솔'의 화음을 들으면서는 부정적인 느낌을 받는다. 우리가 받아들이고 있는 이 선형적인 사실에 대해, 왜 그런가에 대한 질문은 매우 중요하다. 이것을 단순히 'emotion'이라는 단어로 표현하기에는 그 범위가 너무 넓고 중요한 문제이다.

**음악은 법칙성을 가지고 있다.** 음악은 인간이 행하는 예술의 한가지 종류로서 오랜 시간 동안 인류의 역사와 함께했다. 음악이 대표적으로 인간의 창조물의 성격을 띠는 것은 맞지만, 그렇다고 해서 인간의 전유물인 것은 아니다. 오히려 음악은 소리의 흐름과 조화라는 관점에서 볼 때 인간의 역사보다 더 오래되었다. 우리의 조상들은 빗방울이 떨어지는 균일한 박자와, 비가 갠 후 지저귀는 새 소리를 들으며 우리가 지금 느끼는 그것과 비슷한 감정을 가졌을 것이다. 이것은 음악이 인간의 창조물이 아니라 자연 그 자체에서 기인한 '자연 현상'의 일부라는 것을 의미한다.

간단한 예를 살펴보자. 우리가 흔히 알고 있는 '도, 미, 솔'의 1도 화음은 장조이고 기쁨, 밝음 같이 긍정적인 느낌을 준다. 그러나 여기서 '미' 음이 반음 내려가게 되면 단조이고 슬픔, 화남 같이 부정적인 감정을 느끼게 한다. 중요한 점은 이 감정과 화음의 관계가 대다수의 인류에게 공통적으로 나타난다는 것이다. 지금까지 인류가 이 기이한 현상을 당연하게 받아들였다면, **음악이 그 자체로서 자연의 규칙이라는 것을 내포한다. 즉 음악은 자연과학에서 탐구해야 할 자연의 법칙의 성격을 띠고 있다는 것이다.**

음악이 모두에게 통용되는 법칙성을 가지고 있음에도 불구하고 음악을 자연과학의 탐구 대상이라고 생각하는 것은 매우 상식적이지 않다. 그러나 음악과 물리학의 경계를 허무는 것은 21세기 현대 자연과학의 발전 과정의 흐름을 반영하는 것이다. 뉴턴역학을 토대로 과학이 차츰 그 체계적인 뼈대를 잡아갈 시점에 자연과학은 '이해할 수 있는 것을 아는 것'이었다. 여기서 이해할 수 있다는 것은 선형적으로, 또는 직관적으로 지식을 받아들일 수 있다는 것이다. 그러나 양자역학이 등장하면서부터는 도저히 인간의 경험상으로는 이해할 수 없는 것들에 대해 정교한 지식이 쌓이기 시작했다. 슈뢰딩거의 고양이를 생각해보자. 고양이가 죽어있는 상태와 살아있는 상태가 관측하기 전까지는 확률적으로 중첩되어있다는 것은 실제적으로는 이해하기 힘든 이야기이다. 그럼에도 현대 과학은 양자역학이 옳다는 것을 보여주고 있으며, 이것은 '이해할 수 없지만 알 수 있는' 새로운 지적 영역의 발견이다. 이 흐름에 따라, **'이해할 수 있지만 알 수 없는 것'에 대한 고찰을 할 차례다.** 음악은 만국 공통어라고 불릴 정도로 사람들의 공감과 이해를 받고 있지만, 그것이 어떻게 사람들을 움직이

	<p>는지는 알지 못한다. 즉 본 연구는 사람들이 지금까지 당연하다고 받아들였으며, <b>감성의 영역에서 다루었던 문제들을 물리적인 시선에서 분석하고 누구보다 먼저 그 체계를 세우는 의의를 가진다.</b></p>
<p>Scholarly profundity</p>	<p>이 연구는 지금까지의 물리학의 대상을 벗어나는 이성과 감성을 연결하는 교두보의 역할을 한다. 양자역학이 발전하면서, 과거와는 다르게 인류는 이해할 수 없는, 체득적으로 받아들일 수 없는 것들에 대한 연구가 이루어졌다. 그리고 우리는 그것을 알게 되었다. 인간의 감정을 알기 위한 첫걸음으로서 자연과학의 탐구 대상의 범위를 넓히는 가치를 제공한다. 음향학, 파동, 양자역학 등의 물리학적 개념을 통해 음악을 바라보는 새로운 시각을 제공한다.</p>
<p>Research plan</p>	<p>7/1~7/15 세미나를 통해 기본 아이디어 확장 및 simple case의 이론적립.  7/15~8/1 harmonic과 복잡한 음원에 대한 이론적립. 실험 장비 인프라 정리  8/1~9/1 simple case에 대한 실험 설계 및 데이터 분석. Interval analysis 실험 방법 구체화, 음악을 나타내는 물리량 결정  9/1~10/1 Interval analysis 실험 진행 및 데이터 관리  10/1~11/1 실제 현대 음악들을 이용해서 실험 진행, 기존 데이터 분석 및 background theory 확립  11/1~12/1 : 결과 토의. 위의 과정을 통해 정의된 물리량을 현대 음악 음원을 사용해 구해보고 어떻게 나타나는지 해석.  12/1~ 최종 정리 및 보고서 작성</p>