

MIREX를 통해 본 음악분석 기술의 현황

장 세 진, 이 종 설, 신 사 임, 장 달 원, 서 해 문, 박 윤 정 / 차세대음향산업지원센터
이 석 필 / 상명대학교 미디어소프트웨어학과

I. 서 론

현재 지속적으로 인터넷 네트워크의 발달과 음원 산업 시장의 성장이 이루어지고 있다. 따라서 음원 정보 검색에 대한 필요성이 대두되고 있으며 방대한 음원 정보에서 필요한 정보를 얻기 위해서 음악 정보 추출 기술을 이용하게 되었다. 음악 정보 추출 기술이란 음악을 디지털 신호로 기록된 신호처리단계에서 해당 음악 디지털 신호 정보를 분석해서 사용자가 필요한 정보들을 추출하는 기술을 말한다. 이러한 음악 정보 추출 필요성 증대에 따라서 음악 정보 추출 시스템 평가 모임인 MIREX (Music Information Retrieval Evaluation eXchange)가 열리게 되었다. 음악 정보 추출 관련 연구자들에게 음악 정보 추출 시스템들에 대한 평가 요구를 수집 및 제공받아 매년 정기적으로 MIREX를 통해서 발표 되었다. MIREX는 미국 일리노이드 대학 J. Stephen Downie 교수를 주축으로 2004년에 Audio Description Contest (ADC)를 처음으로 개최하였으며, 이후 2005년부터 본격적으로 음악 정보 추출 시스템들의 평가 요구를 수집하고 관련 데이터를 취합하여 현재 지속적으로 매년 MIREX가 개최되고 있다 [1].

MIREX의 운영은 MIREX wiki를 통해 수집된 task에 대한 요청과 공유 가능한 평가 데이터들을 기반으로 평가 대회가 가능한 task들을 공고 한다. MIREX에 음악 정보

추출 시스템 출품을 원하는 참가자들은 공고된 형식과 시기에 맞추어 시스템 개발을 완료 후 MIREX에 시스템 코드를 출품한다. MIREX 운영기관인 미국 일리노이드 대학의 IMIRSEL (International Music Information Retrieval Systems Evaluation Laboratory)는 제출된 시스템 코드를 task별 평가 데이터를 이용해서 설치 및 수행 후 평가 결과 수집 작업을 진행한다. 이렇게 도출된 음악 검색 시스템들의 평가 결과는 음악분석 관련 국제학회인 ISMIR (International Symposium for Music Information Retrieval)에서 워크샵의 형태로 출품된 음악 검색 시스템의 평가 결과에 대한 논의와 기술 현황에 대한 발표들이 이루어지고 있다. MIREX에서 매년 발표되는 내용과 결과들을 통해서 현재 음악검색 기술의 변화와 트렌드, 관심이슈들을 파악하기가 용이하다 [2].

본 고에서는 매년 음악 분석 기술 평가의 장으로 열리는 MIREX의 현황 및 결과 분석을 통하여 음악 분석 기술의 연구 현황과 향후 발전 방향에 대해 짚어보고자 한다.

II. 음악정보 검색과 MIREX

음악 정보 검색 기술은 기호적인 수준에서 분석하는 것과 신호적 수준에서 분석하는 것에 따라서 나뉘어진다. 기호적 분석은 악보의 음표 정보를 분석하는 것으로,



표 3 기호적 수준 분석과 신호적 수준 분석 비교 표

	기호적 수준 분석	신호적 수준 분석
분석 대상	악보의 음표 정보 분석	음악이 녹음된 샘플링 신호 분석
분석 기술	악보 형태의 그래픽 인터페이스 스크립트 언어	신호 처리
전문적인 음악 지식	필요	비교적 덜 필요
분석 대상의 예	클래식 음악	대중 음악

악보를 시각적으로 정확하게 분석 및 묘사를 하고 이것을 실제 연주에 활용할 수 있는가에 초점이 맞추어진다. 음악 정보를 기호적 수준에서 분석하는 경우에는 악보 형태의 그래픽 인터페이스를 사용하거나 스크립트 언어를 사용하며, 서양의 클래식 음악 중 악기의 연주음이 명확하게 정의된 경우 분석 시에 활용되었으나 최근에는 연구범위가 제한적으로 적용되고 있다. 기호적 수준 분석을 하기 위해서는 음악에 대한 전문적인 지식이 요구되기 때문에 연구의 어려움이 있다 [4].

신호적 수준에서의 분석은 음악이 녹음된 샘플링 신호를 분석하는 기법이며, 현재 음악 정보 검색 기술에서 많은 부분을 차지하고 있다. 최근은 악보로 연주되는 클래식 고전 음악보다는 디지털 악기와 사람의 목소리가 녹음된 대중가요가 많은 비중으로 소비되며 이러한 음악의 형태를 보게 되면, 기호적으로 악보에 기술된 것 보다 CD, MP3과 같이 오디오 신호적으로 녹음이 된 음악 획득이 더 용이하다. 또한 기호적 수준 분석보다는 전문적인 음악 지식이 덜 요구되며 검색된 정보를 전문적 음악 지식이 부족한 일반 사용자들도 활용이 가능하기 때문에 신호적 수준 분석에 대한 필요성이 대두되고 있다 [4].

〈표 3〉는 위에 기술된 기호적 수준 분석과 신호적 수준 분석을 간략하게 비교한 참고 표이다.

가장 최근인 2014년에 MIREX에서는 28개의 task가 발표되었다. 〈표 4〉에서는 MIREX 2014 평가 결과 포스터를 참고로 하여 2014년도에 발표된 task 별 규모를 나타내고 있다. 위의 표에 기술된 task, 그 하위 subtask들의 목록과 각 task마다 제출된 시스템들의 규모를 분석하게 되면 전체 28개의 task중에 SMS와 AKD만이 음악 정보를 기호적 수준으로 분석하는 task이고 나머지 26개의 task들은 신호적 수준으로 음악 정보를 분석하는 task이다. 2009년도에 제출된 기호적 분석 시스템은 전체 시스템에서 약 5.6%를 차지했지만 매해 그 비중이 적어져서 현

표 4 2014년 MIREX task 별 규모

Task 명 / Subtask 명		참가 시스템 수
1	Audio Classical Composer ID	10
2	Audio Genre Classification	12
3	Audio Mood Classification	12
4	Audio Mixed popular Genre Classification	11
5	Audio Kpop (Annotated by Korean Annotators) Genre Classification	10
6	Audio Kpop (Annotated by American Annotators) Genre Classification	10
7	Audio Kpop (Annotated by Korean Annotators) Mood Classification	10
8	Audio Kpop (Annotated by American Annotators) Mood Classification	10
9	Audio Beat Tracking MCK MAZ SMC	39
10	Audio Chord Detection MIREX 09 Billboard 2012 Billboard 2013	9
11	Audio Cover Song ID Mixed MAZ	4
12	Audio Downbeat Estimation	5
13	Audio Fingerprinting	10
14	Audio Key Detection	1
15	Audio Melody Extraction AD004 MIREX 05 INDIAN 08 MIREX 09 0dB MIREX 09 +5dB MIREX 09 -5dB	48
16	Audio Music Similarity	8
17	Onset Detection	8
18	Audio Tag Classification Major Minor Mood	2
19	Audio Tempo Estimation	7
20	Discovery of Repeated Themes	13
21	Multiple F0 Estimation	7
22	Multiple F0 Note Detection Piano Mixed	23
23	Music Structure Segmentation MIREX 09 MIREX 10 MIREX 10 RWC Salami	24
24	Query-By-Singing/Humming Hidden Jang Jang Thinkit IOACAS Subtask 2	25
25	Query-By-Tapping Task 1A Task 1B Task 2	5
26	Score Following	4
27	Singing Voice Separation Single Music	22
28	Symbolic Melodic Similarity	4

재 2014년도에 제출된 기호적 수준의 음악 정보 추출 시스템은 5개로 전체 시스템에서 약 1.4% 정도로 적은 부분을 차지한다. 제출된 시스템의 규모로 보아도 기호적 수준의 분석을 이용한 기술보다 신호적 수준의 분석을

표 1 2005-2014년 MIREX 규모 변화 비교표

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
평가데이터 집합	10	13	12	18	26	29	32	37	41	48
참가팀	82	50	73	84	138	152	156	109	116	129
참가 시스템	86	92	122	169	285	322	300	323	321	352

표 2 2009-2014년도 MIREX task 종류와 규모

Task 종류	Task 약어	Task명	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Train-Test Task	ACC	Audio Classical Composer ID	30	25	16	15	14	10
	AGC	Audio Genre Classification	33	24	16	15	12	12
	AMC	Audio Mood Classification	33	30	17	20	23	12
	AMGC	Audio Mixed popular Genre Classification	31	24	15	16	11	11
	AKGC-K	Audio Kpop (Annotated by Korean Annotators) Genre Classification	-	-	-	-	-	10
	AKGC-A	Audio Kpop (Annotated by American Annotators) Genre Classification	-	-	-	-	-	10
	AKMC-K	Audio Kpop (Annotated by Korean Annotators) Mood Classification	-	-	-	-	-	10
	AKMC-A	Audio Kpop (Annotated by American Annotators) Mood Classification	-	-	-	-	-	10
Other Tasks	ABT	Audio Beat Tracking	22 ^A	26 ^A	24 ^A	60 ^B	54 ^B	39 ^B
	ACD	Audio Chord Detection	18 ^A	15	18	22 ^A	32 ^B	9 ^B
	ACS	Audio Cover Song ID	6 ^A	3	4 ^A	-	2	4 ^A
	ADE	Audio Downbeat Estimation	-	-	-	-	-	5
	AF	Audio Fingerprinting	-	-	-	-	-	10
	AKD	Audio Key Detection	-	5	8	6	3	1
	AME	Audio Melody Extraction	12	30 ^C	60 ^C	30 ^C	24 ^C	48 ^C
	AMS	Audio Music Similarity	15	8	18	10	8	8
	AOD	Audio Onset Detection	12	18	8	10	11	8
	ATC	Audio Tag Classification	24 ^A	26 ^A	30 ^A	18 ^A	18 ^A	2 ^A
	ATE	Audio Tempo Estimation	-	7	6	4	11	7
	DRT	Discovery of Repeated Themes	-	-	-	-	16	13
	MFE	Multiple F0 Estimation	13	13	9	7	3	7
	MFN	Multiple F0 Note Detection	13	18 ^A	14 ^A	18 ^A	6 ^A	23 ^A
	MSS	Music Structure Segmentation	5	12 ^A	12 ^A	36 ^C	32 ^C	24 ^C
	QBSH	Query-By-Singing/Humming	6 ^A	15 ^B	9 ^B	21 ^C	28 ^C	24 ^C
	QBT	Query-By-Tapping	6 ^A	6 ^B	3 ^B	6 ^B	6 ^B	5 ^B
	SF	Score Following	-	5	2	3	2	4
	SMS	Symbolic Melodic Similarity	-	13	11	6	5	4
	STATE	Special TagATune Evaluation	6	-	-	-	-	-
SVS	Singing Voice Separation	-	-	-	-	-	22 ^A	

* A : 해당 task의 하위 task가 2개 B : 해당 task의 하위 task가 3개 C : 해당 task의 하위 task가 4개 이상

이용한 음악 정보 추출 기술에 대한 비중이 큰 것을 확인할 수 있다.

이러한 현상의 이유는 첫 번째로 오디오 샘플로 녹음되는 대중 음악이 음악 시장에서 많은 비중을 차지하기 때문에 신호 레벨의 분석 필요성이 크게 자리잡게 되었다. 두 번째로는 앞에서 언급된 신호적 수준의 분석은 기호적 수준의 분석에 비해 전문적인 음악 지식이 적게 요구되기 때문에 기존에 신호처리와 음성인식 기술 분야 연구집단이 음악 정보 처리 분야에도 활발하게 연구를

진행을 하고 있다. 이렇게 신호적 수준 분석 기술의 증대는 음악 정보 추출 기술들이 신호 처리 레벨에서 안정된 성능을 보일 때까지 지속 될 것으로 예상된다.

III. MIREX 현황

MIREX는 처음 개최된 2005년부터 현재 2014년도까지 총 10번의 음악 정보 추출 기술에 대한 시스템에 대한 데이터 수집 및 평가 결과를 발표하였다. 이러한 결과들은



MIREX wikipedia서 확인을 할 수 있으며 년도 별로 살펴보면 되면 음악분석 기술 연구의 변화를 알아볼 수 있다 [3].

〈표 1〉을 보게 되면 처음으로 MIREX가 개최된 2005년도부터 본 고의 집필 당시를 기준으로 가장 최근인 2014년도까지 발표된 MIREX의 규모 변화를 보여준다. 가장 최근에 발표된 2014년도 MIREX 평가 데이터 집합은 48개이며, 350개가 넘는 시스템들이 제출되었으며 2005년도부터 2014년도까지 MIREX 평가에 참가된 시스템과 참가 팀, 평가 데이터 집합의 수가 증가한 것을 확인할 수 있다. MIREX에 참가를 한 팀은 큰 폭으로 증가하고 있지는 않지만 매해 참가 시스템의 수가 증가한 것을 보게 되면 하나의 팀이 제출하는 시스템의 수가 증가한다는 것을 확인할 수 있다. 이는 음악 정보 검색 기술 연구에 대해서 지속적인 관심을 보이는 연구집단에서 폭 넓은 개발이 이루어지는 것을 보여준다.

〈표 2〉는 MIREX wikipedia에 공개되어 있는 년도 별 평가 결과 포스터를 참고로 하여서 2009년도부터 2014년도까지 MIREX에 시스템들이 출품되었던 각 task의 종류 및 task 별 규모를 보여주고 있다. MIREX 평가 및 개최 전에 평가 데이터의 공개, 평가 Task의 제안, 각 task 별 평가 방법의 결정과 같은 모든 사안은 매년 MIREX wikipedia를 중심으로 공식적인 온라인 논의를 통하여 결정된다 [2]. 기존에 평가되었던 task들에 대해서 음악 정보 추출 기술의 수준과 실제 시장의 필요성에 대한 논의를 통해서 기존의 task가 삭제되거나 새롭게 개선 및 추가되는 경우가 존재한다. 이 경우는 〈표 2〉에서 2009년도부터 2014년도까지 MIREX에 참가한 시스템의 종류 및 규모를 보게 되면 음악 정보 추출 기술들에 대한 트렌드의 변화와 발전 방향을 파악할 수 있다.

아래의 표의 경우에도 2014년도부터 K-pop에 대한 task 또한 포함이 된 것을 볼 수 있으며 ACS와 같은 경우는 2011년도까지 평가되어 왔다가 2012년도에는 없어졌지만 다음 해인 2013년도부터 다시 task가 추가된 것을 확인할 수 있다. 개발에 대한 완성도가 높아져서 MIREX를 통한 성능 향상에 대한 기대도가 떨어진 경우에 task

를 삭제하지만 이와 같은 이유 말고도 기술의 한계로 인해 전체 시스템의 정확도가 떨어지거나 적절한 평가 데이터를 확보 할 수 없기 때문에 해당 task를 삭제한다. 하지만 해당 기술에 대한 필요성이 대두되는 경우가 존재하기 때문에 그 필요에 의하여 논의를 통해서 task가 추가되거나 평가 집합도 다양해지는 task들도 있다. 그 예로 ABT는 2011년도까지는 하위 task가 2개였지만 그 다음해부터는 하위 task가 3개로 확장된 것을 볼 수 있다. 또한 QBSH와 QBT 같은 경우는 2009년 이후로 꾸준히 하위 task의 수가 증가되었다. 이렇게 확장된 task들에 대한 구체적인 내용은 이후에 다루기로 한다.

IV. MIREX 주요 task

본 장에서는 다른 task의 성능 향상의 기반이 되는 Low-level 특성을 추출하는 기본적인 task들 중 평가 집합이 다양해지고 있는 ABT, AME, MFN과 음악 정보 추출 응용 task중 평가 집합이 다양해지고 있는 AGC, QBSH에 대해서 자세하게 다루기로 한다.

1. Low-level 특성 정보 추출 task

① ABT (Audio Beat Tracking)

오디오 박자 추적 (Audio Beat Tracking) 기술은 음악 파일에서 박자 위치 정보를 추출하고 이에 대한 연속성을 추적하는 기술이다. 박자 (Beat)는 음악에서 전체 박자 (metro)의 구성요소로 센박과 여린박이 규칙적으로 되풀이 되면서 형성되는 리듬의 기본적 단위이다. 박자의 올바른 추출은 음악의 전체적인 리듬을 파악하는데 중요한 부분이다 [2].

ABT는 3종류의 평가 집합¹⁾을 이용하여 시스템들의 평가를 수행하였다. 2014년 MIREX ABT task는 7개의 팀에서 13개 시스템이 제출되었고 MCK 평가 집합에서 61%의 정확도를 가장 높게 달성하였다 [3].

1 SMC subtask는 Holzapfel이 2012년에 제공한 필름 사운드 트랙, 브루스, 상송, 솔로 기타를 포함하는 각 40초인 217개의 데이터로 구성된 데이터를 통한 평가를 수행한다. MCK subtask는 MIREX 팀이 2006년에 제공한 안정된 템포와 다양한 음악 스타일을 포함한 각 30초짜리 160개의 데이터로 구성된 집합이며, 마지막 MAZ subtask는 2009년에 Craig Sapp이 제공한 템포가 변화하는 것이 포함된 322개의 Chopin Mazurkas의 피아노 데이터로 구성된 집합이다 [5].

② AME (Audio Melody Extraction)

오디오 멜로디 추출 (Audio Melody Extraction) 기술은 다성음악에서 멜로디의 음높이 형태를 인식 및 추출 하는 기술이다. 실제 사용되는 음악 데이터에는 여러 종류의 악기가 연주되거나 여러 명이 각기 다른 파트를 연주 하는 다성 음악으로 구성되어 있기 때문에 각 악기나 사람으로 구분 하거나 주된 멜로디를 인식하는 것은 음악 정보 처리 기술에서 중요한 기술이다. MIREX 2014에서는 AME task 평가를 위해서 6종류의 평가 집합²를 확보 하여 평가를 진행하였다. 이 6종류의 평가집합은 음원의 합성 형식과 잡음 환경이 다양하기 때문에 제출된 시스템의 정확도에 대한 신뢰성을 높인다. 2014년 MIREX AME task는 6개의 팀에서 48개 시스템이 참가하여 최고의 성능을 보여주는 시스템은 MIREX'09 -5 dB평가 집단에서 DD1이 86%의 정확도를 달성하였고 ADC'04 평가 집단에서도 KD3가 86%의 정확도를 달성하였다 [3].

③ MFN (Multiple Fundamental Frequency Estimation & Tracking-Multiple F0 Note Detection)

다중 기반 주파수 예측 및 추적 (Multiple Fundamental Frequency Estimation & Tracking - Multiple F0 Note Detection) 기술은 복잡한 다성음악을 각 시간 프레임에서 활성화된 주파수를 식별하고 연속적으로 음색 (timbre)을 추적하는 것이다. MFN는 2종류의 평가 집합³을 이용하여 시스템들의 평가를 수행하였다. 2014년 MIREX MFN task는 8개의 팀에서 11개의 시스템을 제출하였고 기본 주파수 추출의 경우는 Mixed 평가 집합에서 최고 82%를 기록하였으며 이 시스템은 피아노 평가 집합에서도 가장 높은 정확도를 기록하였다 [3].

앞서 설명한 low-level 특성 정보 추출 task들은 멜로디 형태, 배음구조 진행 및 리듬 패턴과 화음과 같이 음악적으로 중요한 정보를 추출하기 위한 기술이기 때문에 low-level 특성 정보 추출 기술에 대한 성능은 전체 MIREX task들의 성능에 간접적으로 영향을 줄 수 있는 중요한 기술들이다 [2].

2. 음악 정보 추출 응용 task

2014년도 MIREX에서 많은 하위 task들을 가지고 있으며 현재까지 꾸준하게 하위 task들이 확장되고 있는 task들이다. 이 task들은 위에서 설명한 low-level 특징 추출 기술을 바탕으로 하여 실제 음악 검색 관련 응용 시스템들에 적용되어 상용화가 기대되는 기술들이다.

① 음악 장르와 무드 분류 task - ACG, AMGC, and K-pop

오디오 장르 분류 (Audio Genre Classification) 기술은 오디오 신호정보의 패턴을 시스템에 훈련시켜 입력 음원의 장르를 분류하는 기술이다. 2014년 MIREX에서는 라틴 음악 장르를 구분하기 위해 10개의 라틴 음악 장르에서 30초짜리 3,227개의 오디오 클립을 포함하는 데이터 집합을 사용한다. 그리고 오디오 합성 인기 장르 분류 (Audio Mixed popular Genre Classification)는 여러 장르가 섞인 10개의 음악 장르에서 30초짜리 7,000개의 오디오 클립 데이터 집합을 사용한다. ACG task의 경우 최고 79%의 정확도를 기록하였고 AMGC task의 경우 84%를 기록하였다.

또한 2014년도 MIREX에는 기존 Latin음악과 Mix된 음악의 장르, 무드 분류 task 뿐만이 아니라 K-pop 장르와 무드를 분류하는 task들이 추가 되었다. 총 네 개의 task가 추가되었는데 크게 두 종류로 나뉘게 된다. 첫 번째로는 K-pop 장르 분류 task이고 이 task에는 장르/무드 결정자인 주석자 (Annotators)가 한국인일 때와 미국인일 때로 나뉘게 된다. 두 번째로는 K-pop 무드 분류 task로 이 task 또한 주석자가 한국인일 때와 미국인일 때로 나뉘게 된다.

이 네 개의 task들은 공통적으로 3-fold 아티스트 필터링 교차 유효성 검사를 기반으로 하고 있다.

k-pop 장르 분류 task는 8개의 팀에서 10개의 시스템이 제출되었다. 주석자가 한국인일 때 최고 66%의 정확도가 도출되었으며 주석자가 미국인일 때 최고 63%의 정확도가 도출 되었다.

2 AME task를 위한 subtask 평가집합으로는 ADC04 데이터 집합, INDIAN 08 데이터 집합, MIREX'05 데이터 집합, MIREX'08 데이터 집합, MIREX'09 0 dB 데이터 집합, MIREX'09 +5 dB 데이터 집합, MIREX'09 -5 dB 데이터 집합이 포함된다.

3 첫 번째는 다양한 클래식 악기들의 다성이 녹음된 30초짜리 34개의 Mixed 데이터 집합과 두 번째로는 피아노의 다성이 녹음된 6개의 피아노 연주 데이터 집합이다.



k-pop 모드 분류 task는 6개의 팀에서 10개의 시스템이 제출되었다. 주석자가 한국인일 때 최고 62% 정확도를 산출하였고 주석자가 미국인일 때 64%의 정확도로 가장 높은 정확도 결과가 나왔다. [3]. K-pop에 대한 관심이 높아지고 있으며 새롭게 추가된 4개의 task는 실제 국내 시장에 도입되어서 사용자에게 편의성을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

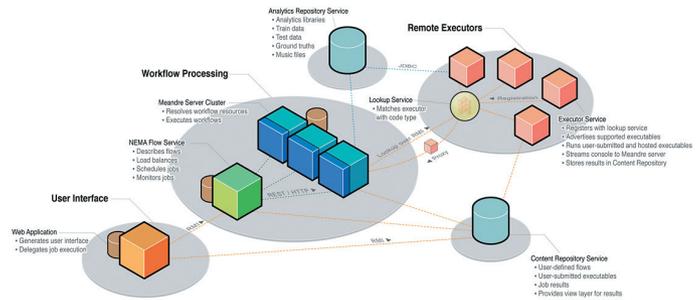


그림 1 NEMA 시스템 구조

② QBSH

허밍 기반 음악 검색 (Query-By-Singing/ Humming) 시스템은 사용자가 직접 허밍을 하거나 노래를 부른 오디오 정보를 검색의 질의 (query)로 하여 방대한 음악 데이터에서 검색 후 사용자가 원하는 음악을 추출해주는 검색 시스템이다. 음악 정보 처리 기술과 검색 기술, 추출 기술 등이 다양하게 결합된 응용 시스템이다. 이 시스템은 사용자의 편의성과 만족도를 노래방과 같은 오프라인 음악 시장 및 온라인 음악 검색 시장에서 높일 수 있는 방법으로 중요성이 대두되고 있다[2].

Hidden Jang subtask와 Jang subtask는 Roger-Jang이 제공한 48개의 노래 지표와 2,000개의 잡음 MIDI 데이터, 4,431개의 허밍 데이터 쿼리로 구성된 데이터 집합을 사용하며, Subtask 2는 2,391개의 데이터베이스와 2,040개의 쿼리로 구성된 데이터 집합을 사용한다. 2014년 MIREX의 경우 4개의 팀이 24개의 시스템을 참가하였고 최고 97%의 정확도를 달성하였다 [3].

V. 가상 평가 시스템의 구축 - NEMA (Networked Environment for Music Analysis)

MIREX의 경우 공개된 평가 데이터의 배포가 자유롭지 못하기 때문에 출품된 모든 시스템들을 받아서 IMRSEL에서 각각 시스템의 실행 환경을 구축하여 평가를 진행하였다. 그렇기 때문에 평가환경 구축 시 참가한 개발자의 환경을 완벽하게 고려하지 못하는 상황이 발생하거나 평가를 진행하는 기간도 길어지는 경우가 존재하기 때문에 참가자들과 평가 운영자들의 갈등이 빚어지기도 했다. 이러한 운영의 어려움을 절감하기 위해

서 IMRSEL에서 중점적으로 NEMA 프레임 워크를 기반으로 음악 정보 처리 연구를 다국적, 종합적으로 관리하는 사이버 인프라 프로젝트이다. MIREX 2010년도에 시범적으로 운영을 하였고 2010년 12월에 NEMA를 본격적으로 적용하였다.

NEMA는 시간과 위치에 구애 받지 않는 독립적이며 음악 데이터 및 분석, 평가가 용이하도록 개방형 웹 서비스 기반 리소스 워크를 만드는 것이 목표이다. NEMA는 MIREX 운영에 필요한 DIY (Do It Yourself) 인터페이스를 제공하여 다양한 사이트의 데이터와 시스템 사이의 연동을 지원할 수 있다.

위의 그림은 3개의 주 서버 시스템으로 이루어진 NEMA 구조이다 [6].

NEMA는 사용자 인터페이스, 워크플로우 처리시스템, 원격 실행 시스템으로 나뉘어진다. 이 시스템은 Java RMI, JINI, Spring Framework, Hibernate, Apache Jackrabbit 그리고 Jetty application server와 같은 java 기반의 API, 라이브러리, 프레임 워크를 사용하여 구현된다. NEMA를 사용하는 참가들의 궁극적인 목표는 IMRSEL의 음악 집합에 자신의 MIR 코드를 실행 하기 때문에 평가 환경의 영향을 받지 않는다.

첫 번째 주 서버 시스템인 NEMA DIY 인터페이스를 사용하여서 사용자는 실행 인수, 환경 변수 및 입/출력 파일 형식을 지정하여서 실행이 가능하기 때문에 활용도가 높고 이러한 설정들은 task를 처리하는 동안 나중에 사용할 수 있도록 콘텐츠 저장소에 실행 파일로 저장되어서 유지된다. 두 번째 워크 플로우 처리 시스템의 경우는 사용자에게 서버 및 사용자 인터페이스 사이에 추상화 계층을 제공하여 사용자가 구성한 워크 플로우

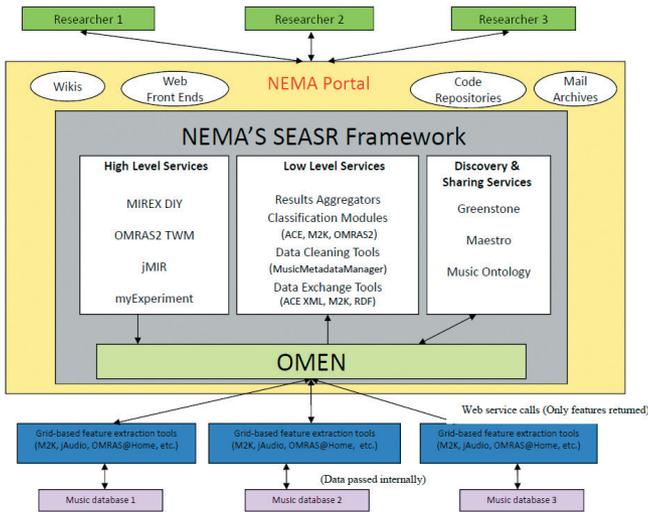


그림 2 NEMA 프레임 워크 모델

를 실행하는 흐름 서비스를 제공한다. 이 때 사용자는 작업 모니터링이 가능하고 작업 상태 알림과 같은 서비스를 받을 수도 있다.

마지막으로 원격 실행 시스템에서 사용자가 제출한 MIR 코드가 처리된다. 코드가 처리가 되면 콘텐츠 저장소에 사용자가 제출한 코드, 실행 프로파일 및 실행 결과가 저장되어서 사용자에게 제공된다.

위의 그림은 NEMA 구성요소를 가지고 있는 NEMA 프레임 워크 모델이다 [7].

도면에 회색으로 명시된 구성요소는 NEMA 개발 팀이 독립적으로 개발을 하고 있는 기술이다. 현재로써는 연산 및 저장 자원을 제공하는 새로운 접근방법이 필요하고 또한 리소스 검색 도구 개발, 참여 시스템 코드의 재사용 및 공유 등과 같은 문제가 존재하고 있는 실정이다.

VI. 결 론

음악 정보 시스템의 평가모임인 MIREX는 관련 연구자들의 의견을 도출하여 매년 다양한 task를 바탕으로 음악 정보 추출 시스템의 성능 평가를 진행하고 그 결과를 공유하고 있다. 음악 정보 추출 기술의 현황을 반영하고 있는 MIREX task는 필요 기술의 니즈를 반영하여 매해 참가 기관 및 subtask가 세분화되면서 활발한 연구되고 있으며, 처음 시작되었던 원천적인 음악 특성 정보 추

출 성능 평가를 위한 task에서, 상용화와 직접적인 연관이 있는 다양한 응용 기술 평가를 위한 task로 확장되고 있음을 확인할 수 있다. 또한, 디지털 음원 시장의 확대와 스마트 디바이스들의 대중화에 발맞춰 디지털 음원의 장동 분석과 관리를 위한 task들의 규모가 확장되어 가고 있음을 알 수 있다.

앞으로의 음악 정보 추출 기술의 지속적인 발전에 기여하기 위해서 MIREX는 좀 더 크고 다양한 규모의 평가 집합의 공유를 통하여 평가 결과의 객관성을 지속적으로 확보할 필요가 있다. 그리고, MIREX의 시작부터 진행되어 오고 있는 원천적인 음악 특성정보 추출 task의 경우, 연구 개발 기술의 수준에 맞는 평가 집합의 규모와 난이도를 지속적으로 향상시켜서, 상용화 수준에 근접한 현실성 있는 평가의 진행이 필요하다.

이 논문은 2014년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 산업기술혁신사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 10048710)

참고문헌

- [1] Nicola Orio, "Music Retrieval: A Tutorial and Review", Foundations and Trends in Information Retrieval, Vol.1, No 1 (November 2006) 1-90.
- [2] 이석필, 신사임, "MIREX - 음악분석 기술의 현황과 미래", 방송공학회지, pp. 496-507, Nov. 2011.
- [3] MIREX wiki, http://www.music-ir.org/mirex/wiki/MIREX_HOME/
- [4] 한국 콘텐츠 진흥원, "문화기술 (CT) 심층리포트", Apr. 2012.
- [5] F. Krebs and G. Widmer, MIREX 2012 AUDIO BEAT TRACKING EVALUATION: BEAT.E
- [6] IMIRSEL, <http://www.music-ir.org/?q=nema/architecture>
- [7] IMIRSEL, <http://nema-dev.lis.illinois.edu/>