

## A Music Recommendation System for a Driver in Vehicle

최 군 호\* · 김 윤 상\*  
(Goon-Ho Choi · Yoon Sang Kim)

**Abstract** - This paper proposes a music recommendation system for a driver in vehicle. The proposed system provides (selects and plays) a music to a driver in vehicle in real-time manner by inferring his preference based on physical, environmental, and personal information. Pulse data as physical information, age and biorhythm as personal information, and time as environmental information are used to infer a driver's preference and thus recommend a music. Experimental results showed that the proposed system could provide better satisfaction to a driver on the recommended music compared to the conventional approach.

**Key Words** : Music Recommendation System, Vehicle, Probability Model, Driver Preference

### 1. 서 론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 하에서 급속하게 진전되고 있는 자동차 전자장치의 고도화와 IT화는 다양한 차량 내의 정보에 기반한 첨단 시스템과 서비스를 도입시키고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 기반한 자동차의 IT화는 인터넷이 처음 등장했을 때 사용자가 경험한 것과 유사하게 방대한 정보를 운전자에게 제공함으로써, 차량 내에서의 운전자(또는 차량 내 탑승자)가 원하는 정보 또는 서비스만을 제공하는 지능화 기능(본 논문에서는 맞춤형 정보 또는 서비스를 의미한다)의 필요성을 부각시키고 있다.

본 논문에서는 이와 같은 시대적인 요구에 맞추어 사용자 맞춤형 서비스의 제공을 자동차 분야에 적용하기 위한 운전자 맞춤형 음악제공 시스템을 제안하고자 한다. 제안된 시스템은 사용자의 상태에 따른 기호를 추정하여 이에 따른 음악 선곡 및 서비스 제공을 자동으로 수행하는 것에 초점을 맞추고 있다. 또한, 사용자의 상태를 측정할 때 가능한 실제 운전 환경과 유사한 상태를 만들도록 함으로써 추후 실제 차량에 적용하는 데 있어서 현실성을 갖도록 하는 것이 또 다른 목표라고 할 수 있다.

제안된 시스템은 운전자의 신체, 환경 및 개인정보를 조합하여 운전자의 기호를 추론하고 이를 통해 운전자에게 적합한 음악을 제공하는 차량용 맞춤형 정보제공(인포테인먼트) 시스템으로, 실시간으로 운전자의 기호를 판단하고, 이에 부합되는 음악을 제공할 수 있는 장점을 갖는다. 2장에

서는 맞춤형 서비스 제공과 차량 운전자 감성 측정 등 관련 연구 내용을 살펴보고, 3장에서는 음악제공 시스템 구현을 위한 운전자의 기호 추론을 위하여 맥락 정보(운전자 신체 정보), 시간(운전자 환경정보) 및 나이와 바이오리듬(운전자 개인정보)을 어떻게 이용하며, 이들에 기반한 맞춤형 서비스 알고리즘의 구현 과정을 설명한다. 4장에서는 3장의 알고리즘에 기초한 실제 실험 시스템(하드웨어 및 소프트웨어)을 구현하고 실험한 결과에 대해서 기술한다. 특히 하드웨어는 모의 정지차량(정지상태) 형태와 유사하도록 함으로써 실험 결과가 실제 운전할 때와 유사하도록 유도하며 이를 통해 제안된 맞춤형 음악제공 시스템의 타당성을 검토한다. 특히, 3장에서 언급한 운전자 기호 추론과 관련한 일련의 과정과 실험 과정에서 필요한 사용자 인터페이스를 포함한 전체 통합된 소프트웨어 부분을 운전자 기호 추론 소프트웨어의 형태로 제시한다. 5장의 결론으로 본 논문을 끝맺는다.

### 2. 관련 이론

최근 들어 사용자 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 다양한 연구들이 매우 활발히 이루어지고 있다[1]-[12]. [1]은 급속히 변화되는 다양한 방송 환경 속에서 TV-Anytime이라는 개인 맞춤형 방송 서비스 모델과 이를 활용한 개인 맞춤형 방송 단말기 플랫폼을 제시하였다. [2]에서는 사용자와 지역(Local Area)과의 관계 및 사용자가 입력한 키워드에 기초하여 사용자에게 적합한 서비스 목록 제공 방법이 제안되었고, [3][4]에서는 유비쿼터스 환경에서 서비스 검색에 사용자의 상황정보를 적용시킴으로써 적절한 서비스를 제공할 수 있는 방법이 제안되었다. 맞춤형 서비스 제공을 위하여 사용되는 상황정보는 위치, 온도, 사용자 선호도 등과 같이 다양한 형태로 존재하는데, [5]에서는 사용자 주변의 상황정보가 서비스 제공에 이용되었고, [6]에서는 사용자가 사전에

\* 정 회 원 : 한국기술교육대 기계정보공학부 대우교수 · 공박

† 교신저자, 정회원 : 한국기술교육대 인터넷미디어공학부  
부교수 · 공박

E-mail : yoonsang@kut.ac.kr

접수일자 : 2009년 3월 26일

최종완료 : 2009년 6월 16일

입력한 프로파일(profile)이 서비스 제공을 위한 상황정보로 이용되었다. [7]은 GPS를 이용하여 길안내 서비스를 포함한 다양한 사용자 맞춤형 정보 서비스 시스템을 제안하였다. 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 방식 중 invisible pre-selection[8]은 사용자의 간섭 없이 사전에 사용자에게 적합한 서비스를 선택하여 그 후보군을 사용자의 모바일 장치에 전송하는 기법을 제안하였다. [9]에서는 사용자 프로파일에 기반한 PSE(Personal Service Environment)라는 개인 서비스 환경이 제안되었고, [10]에서는 브라우징 콘텐츠와 시간 정보에 기반한 사용자 맞춤형 서비스 방안이 제안되었다. [11]은 이종 무선 네트워크(heterogeneous wireless networks) 환경에서 멀티미디어 제공을 위한 적응형 서비스 방법을 제안하였다. [12]는 블로그 상에서 사용자 추천 서비스 제공을 위한 사용자 흥미도를 모델링하는 방법을 제안하였다. 위와 같은 형태의 다양한 맞춤형 서비스 가운데, 사용자의 기호에 맞는 음악을 제공하기 위한 연구들이 최근 들어 이루어지고 있다. [13]은 로그-스케일 변조 주파수 계수(log-scale modulation frequency coefficients) 템포 특성에 기반하여 음악 장르를 자동으로 분류하고, 자동음악 감성 분류 및 음악 유사도를 포함한 음악제공(추천) 시스템을 제안하였다. [14]에서는 사용자의 무드에 따라 음악을 선택할 수 있는 음악 추천 시스템이 제안되었다. 이러한 사용자 맞춤형 음악 서비스에 대한 요구를 상업화에 효과적으로 적용한 것이 Apple사의 iPod[15]이다. iPod은 사용자의 입력에 기반하여 사용자 선호곡을 지정하는 기능을 통하여 선호도가 높은 순위에 따라 랜덤으로 음악을 제공하는 사용자 맞춤형 서비스를 제공하고 있다.

기존의 자동차 운전자의 감정 상태나 신체 상태를 판단하기 위한 시도도 몇몇 논문에서 찾아 볼 수 있다([16]-[18]). [16]에서는 운전자에게 각종 신체 정보 장치를 장착하고 실제 주행을 하면서 나타나는 데이터를 분석하여 사용자의 운전시 스트레스 정도를 판단하려는 시도를 하였고, [17]에서는 사용자 신체 정보를 얻기 위한 특수 제작된 장갑과 차량 내부에 장착된 각종 외부 측정 장치(마이크, 카메라, 주행 기록계 등)를 이용하여 운전시 운전자의 감정 상태의 변화를 측정해 보려고 시도하였다. [18]에서는 역시 신체 정보를 얻기 위한 특수 벨트를 장착하고 모의 주행 장치에서 가상의 스트레스 상황을 만들어서 이때의 운전자의 감정 상태 변화를 측정하고 이를 통해 감정 상태와 신체 정보의 연관 데이터를 얻으려고 하였다. 그러나 제시한 논문들은 모두 운전자에게 임의의 측정 장치를 장착하도록 함으로써 실제 운전자의 환경과 동일한 운전 환경을 만들었다고는 볼 수 없다. 또한 운전자의 감정 상태를 얻으려 했을 뿐 어떤 어떤 방식으로 서비스 제공과 연관지으려는 시도는 해당 논문에서 구체적으로 제시되고 있지 않다.

### 3. 사용자 맞춤형 음악제공 시스템의 알고리즘 구현

본 장에서는 사용자 맞춤형 음악제공 시스템을 구현하는데 필요한 사전 정보와 구현 과정에 대하여 기술한다. 사전 정보로 3.1절과 3.2절에서는 제안된 시스템에서 사용할 입력

정보들에 대한 정의 및 사용 방법과 제안된 시스템의 출력에 사용할 음악 장르 선정에 대한 내용들을 각각 다룬다. 3.3절에서는 설명되는 두 절의 정보에 기초하여 사용자 기호를 판단할 확률 모델을 유도함으로써 음악제공 시스템의 알고리즘 구현 과정을 설명한다.

#### 3.1 음악제공을 위한 기본 입력데이터 선정

인간의 기호 추론을 위해 기존에 활용되는 정보들은 성별, 나이에서부터 인간이 처해 있는 환경에 이르기까지 매우 다양하다. 이러한 다양한 정보들은 사용자 개인 정보, 환경 정보, 및 신체 정보로 분류될 수 있다. 사용자 개인 정보는 성별, 나이(또는 생년월일) 등 사용자에 의해 고정되는 정보들을 포함하고, 사용자 환경 정보는 현재 시간, 사용 환경(온도, 습도 등)등을 포함한다. 또한, 사용자 신체 정보는 맥박, 호흡과 같이 사용자의 신체로부터 측정되는 여러 생체 정보를 포함한다. 본 논문에서는 앞에서 언급된 세 가지 정보들 가운데, 다음과 같이 생년월일, 현재 시간, 맥박을 음악 제공 추론을 위한 기본 입력데이터로 이용하고자 한다.

\* 생년월일 및 바이오리듬(사용자 개인 정보) : 생년월일로부터 사용자의 바이오리듬을 얻을 수 있다. 바이오리듬이란 인간이 태어나는 시점부터 각각 23일, 28일, 33일 주기의 정현파 곡선 형태로 나타나는 일정한 주기의 신체(Physical), 감정(Emotional), 지성(Intellectual) 리듬 주기를 갖는다는 이론이다[19]. 이러한 바이오리듬으로부터 사용자의 감정 주기를 알 수 있게 되므로, 해당일(추론하는 날)의 사용자에 대한 감정 정도를 추정할 수 있게 한다. 따라서 본 논문에서는 인간의 바이오리듬 가운데 감정 리듬을 사용자의 현재 기호 추론을 위한 기본 데이터로 이용한다.

\* 현재 시간 (사용자 환경 정보) : 인간은 하루 24시간동안 동일한 행동 패턴을 갖지 않는다. 즉, 인간의 생체 리듬은 일일 주기에 어느 정도 영향을 받을 뿐 아니라, 수면 패턴에 따른 피로도의 영향을 받기도 한다. 따라서 인간의 감성에 기반한 기호 역시 이러한 요소들에 영향을 받는다고 가정한다면, 하루 중 어느 시간대에 사용자가 음악을 듣느냐에 따라 듣고 싶은 음악 성향이 달라질 수 있게 된다. 이를 대표적으로 반영한 것이 라디오 방송음악이다. 즉, 라디오 방송의 각 프로그램들은 해당 프로그램의 주 청취 대상을 분석하여 해당 음악 시간대에 가장 선호되는 음악을 조사하여 프로그램에 반영한다[20]. 따라서 사용자가 음악을 듣는 시간 정보를 기호 정보에 반영하는 것이 타당하다고 할 수 있기 때문에, 본 논문에서도 사용자의 현재 시간을 사용자의 현재 기호 추론을 위한 기본 데이터로 이용한다.

\* 맥박 (사용자 신체 정보) : 맥박은 인간의 신체 정보 중에서 가장 많이 이용되는 데이터 중의 하나이다. 맥박 정보는 현재 신체활동의 활발한 정도를 알려줄 뿐만 아니라, 감정적인 상태를 알려주는 지표이기도 하다. 즉, 비교적 안정적 상태인 경우와는 달리 흥분되어 있거나 격앙되어 있는 상태일 경우, 비정상적으로 빨라지는 맥박형상(맥박수 및 맥박파형의 변화)을 볼 수 있다. 본 논문에서는 측정의 용이함과 추론의 용이성을 위해 맥박수를 사용자의 현재 기호 추론을 위한 기본 데이터로 이용한다.

### 3.2 음악제공을 위한 음악 장르 선정

음악제공을 위한 확률 모델을 유도하기에 앞서, 먼저 추론되는 음악 종류(장르)의 선정이 요구된다. 장르적인 구분은 음악을 분류하는 대표적인 방법이다. 그러나 분류의 종류가 너무 많기 때문에 이를 전부 고려하면, 추론 과정의 복잡도(complexity)가 증대될 뿐 아니라, 사용자 선호도와 연관성 도출에 어려움이 발생한다. 따라서 본 절에서는 표 1의 자료에 기초하여 음악 분류를 간략화시킴으로써, 위에서 언급된 문제점들을 사전에 피하고자 한다. 음악에 대한 사용자 선호도 평가를 위하여 조사된 기존의 통계자료[21]-라디오 청취 성향 조사 보고서, 한국갤럽 1993] 분석(10대는 운전이 불가능한 연령이므로 분석에서 제외함)으로부터, 가요의 경우 트로트, 발라드, 댄스의 세 가지 음악 분류(단, "홀러간 가요"는 제외)가 사용자 음악 선호도 평가를 위한 대표적인 조사 항목인 것을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 제공하고자 하는 음악 장르를 이러한 음악 분류에 기초하여 가요의 세 가지 장르로 국한하여 선정한다.

표 1 갤럽 조사 자료[21]

Table 1 A Gallup Survey

	#연령별(%)				
	10대	20대	30대	40대	50대이상
사건수(명)	(188)	(367)	(368)	(216)	(81)
국악/민요/판소리	-	1.9	4.3	6.0	18.5
가곡	0.6	1.9	7.1	9.3	6.2
클래식	8.3	18.0	22.3	14.4	6.2
홀러간 가요	3.5	18.0	48.9	61.6	82.7
최신가요(트로트)	3.0	6.3	33.7	44.9	56.8
최신가요(발라드)	54.2	48.0	20.7	7.4	1.2
최신가요(댄스뮤직)	42.3	15.6	3.0	1.4	-
홀러간 팝송	10.1	28.3	32.1	31.9	16.0
최신팝송(발라드)	33.9	21.0	4.6	2.8	1.2
최신팝송(댄스뮤직)	15.5	5.7	1.9	0.5	-
최신팝송(레깅)	6.0	7.1	0.3	-	-
상승/간조내	0.6	3.0	2.2	0.5	1.2
영화음악	19.6	21.5	13.3	6.5	4.9
뉴에이지/퓨전재즈	1.8	2.7	0.5	0.5	-
종교음악	0.6	-	3.5	5.6	-
모름/무응답	-	-	-	0.5	1.2

### 3.3 음악제공을 위한 확률 모델 결정

제안된 음악제공 시스템의 음악제공(선곡 및 재생)을 위한 추론 과정은 다음과 같이 크게 네 단계로 구성된다:

단계 1) 사용자 개인정보(연령)에 따른 음악 장르의 확률 모델 도출

단계 2) 사용자 신체 정보(맥박, 바이오리듬)에 따른 음악 장르의 확률 모델 도출

단계 3) 사용자 환경정보(시간)에 따른 확률 모델 수정

단계 4) 사용자 피드백을 반영한 확률 모델 적용

#### 3.3.1 단계1:사용자 개인정보(연령)에 따른 음악 장르의 확률 모델 도출

본 논문의 특징 중 하나는 트로트 장르를 음악 장르로 제공하고 있다는 점이다. 앞 절에서 언급한 바와 같이 여러 음

악 장르 중에서 트로트 음악 장르는 여러 통계 수치로부터 표 2와 같이 연령대와 거의 비례하는 선호도를 갖는다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 연령 정보와 이에 따른 통계 자료에 기초한 선곡 확률을 이용함으로써, 사용자 개인정보(연령)에 따른 트로트 음악 장르의 선호 확률값을 도출한다

표 2 연령별 트로트 선호도[21]

Table 2 Trot music preferences for age

연령대	20대	30대	40대	50대 이상
트로트선호도	5%	30%	45%	55%

#### 3.3.2. 단계 2:사용자 신체 정보(맥박, 바이오리듬)에 따른 음악 장르의 확률 모델 도출

단계 2는 단계 1과 같이 트로트 음악 장르의 확률모델이 결정되고 남은 댄스와 발라드 음악 장르의 선곡 확률을 결정하는 단계이다. 따라서 단계 2를 통하여 얻어진 댄스와 발라드 장르의 두 확률 합은 앞 단계에서 얻어진 트로트 음악 장르의 선곡 확률을 뺀 나머지 값과 같아야 한다. 즉, 두 음악 장르의 선곡 확률비를 결정하고 이를 앞서 구한 트로트 선곡 확률을 반영함으로써, 확률 모델을 결정하게 된다. 댄스와 발라드 음악 장르의 선호도를 구하기 위하여 본 논문에서는 사용자 활력지수(Energetic Point, EP)라는 개념을 도입한다. 활력 지수란 '사용자가 현재 활기차다 그렇지 않다'의 상태를 정량화하기 위한 것으로, 본 논문에서는 사용자 맥박수와 바이오리듬의 감성 지수를 이용하여 사용자의 현재 활력 지수값을 산출하여, 사용자가 "활기차다"(EP 값이 크다)고 할 경우 댄스 음악처럼 경쾌한 음악을 선호할 확률이 높다는 가정을 적용하여 활력 지수 값을 댄스 음악의 선곡 확률비로 사용한다. 위와 같은 가정 하에서 해당 연령대의 평균 맥박수[22]와 측정된 사용자의 맥박정보(맥박수)를 비교함으로써 결정되는 맥박수의 빠름, 중간, 느림(예를 들어, 평균 맥박수보다 10이상 크면 맥박수 빠름으로 간주)과 측정일의 사용자 감성 지수(양의 주기, 혼돈기 및 음의 주기의 세 구간으로 분류)로부터 사용자 신체 정보(맥박, 바이오리듬)에 따른 음악 장르의 확률 모델 도출을 위한 룩업 테이블(표 3)을 유도한다.

여기서, N은 사용자의 정상상태시의 활력 지수값을 의미하고, a는 정상 상태에서 사용자의 활력도에 따라 가증되는 가중치이다.

표 3으로부터 사용자의 맥박수가 높거나(+a) 바이오리듬의 감성 지수값이 양의 주기에 있으면(+b), 사용자의 활력도가 높다고 할 수 있고, 반대의 경우는 활력도가 낮다고 할 수 있다. N, a 및 b는 앞의 통계 자료(표 1)를 분석하여 얻어진다. 즉, 각 연령대별 발라드와 댄스 음악이 평균적으로 약 7:3의 선호 비율을 갖고 있음을 나타내는 통계 자료는 정상적인 심리 상태에서의 선호도 비율이 70:30라는 것을 의미하므로, N(기본 EP값)을 30으로 결정할 수 있게 된다. 가중치 a와 b는 이에 맞추어 최소 EP 값이 0 이하가 되지 않으며, 이후 단계 3에서 적용할 시간 정보에 대한 가중치를 고려하여 본 논문에서는 모두 10으로 결정한다.

표 3 운전자 정보(맥박수, 바이오리듬)를 이용한 음악제공 확률 모델 룩업 테이블

Table 3 The look-up table of probability model for music recommendation using driver's information (heart rate and biorhythm)

바이오리듬 \ 맥박수	빠름 (+10 이상)	중간 (-10 ~ 10)	느림 (-10 이하)
양(positive)의 주기 (100 ~ 34)	N+a+b	N+b	N-a+b
혼돈기(33 ~ -33)	N+a	N	N-a
음(negative)의 주기 (-34 ~ -100)	N+a-b	N-b	N-a-b

3.3.3 단계 3:사용자 환경정보(시간)에 따른 확률 모델 수정

단계 3은 인간의 활력도가 하루의 각 시간대마다 다르게 나타남에 근거하여, 각 시간대별 가중치를 더함으로써 단계 2에서 얻어진 음악 장르의 확률 모델을 수정하는 단계이다. 이러한 시간대별 활력도를 구하기 위하여 라디오 음악 프로그램에서 사용되고 있는 청취자 선호도 통계 결과를 분석하였다. 라디오 음악방송에서 제공(선곡되어 재생)된 모든 음악을 장르별 및 시간대별로 분류함으로써, 이 중에서 각 시간대에 따른 댄스 음악 장르의 편성 비율을 분석하여 이에 따른 가중치를 설정하였다. 즉, 사용자의 일일 활동 시간을 6개의 시간대(새벽-출근-오전-점심-오후-저녁 시간대)로 분류하였고, 각각의 시간대에 선곡된 댄스 음악 회수를 기준으로 가중치를 설정하였다. (예를 들면, 새벽 시간대의 가중치를 기준 0으로 설정하고 이보다 몇 배가 많으나, 적으냐에 따라 가중치를 비율로 결정함으로써, 표 3과 같은 일일 시간대별 가중치를 유도하였다) 단계 2에서 구한 활력 지수에 단계 3에서 얻어진 본 가중치 값을 시간대별로 적용함으로써, 수정된 음악 확률 모델의 활력 지수 값을 통하여 발라드/댄스의 선곡 확률비(음악 장르의 확률 모델)가 최종적으로 결정된다. 본 논문에서는 가중치 c를 10으로 결정한다.

표 4 시간대별 가중치

Table 4 The weighting for time

시간대	가중치
0시~5시	0
5시~9시	+ 2c
9시~12시	- c
12시~16시	+ 3c
16시~20시	+ 3c
20시~24시	+ c

3.3.4 단계 4:사용자 피드백을 반영한 확률 모델 적용

본 단계는 위와 같은 과정을 거쳐 제공된 음악이 사용자에게 만족스럽지 못한 경우 (운전자에게 비선호 음악으로

간주될 경우), 운전자 선택을 통하여 비선호로 간주되는 결과를 도출된 확률 모델에 반영하여 다음 음악의 제공에 반영되도록 하는 적응형 단계이다. 즉, 최종적으로 추천된 확률 모델로부터 트로트 장르의 한 곡이 제공(선곡되어 연주)되는 동안 사용자의 비선호 의향이 획득되면(시스템에서는 skip 버튼을 누름으로 획득됨), 트로트 장르의 선호도 확률은 감소시키고, 반대로 발라드와 댄스의 선호도 확률을 각각 증가시킴으로써, 사용자의 기호에 가장 부합하는 확률 모델로 계속 적용되도록 하는 단계이다.

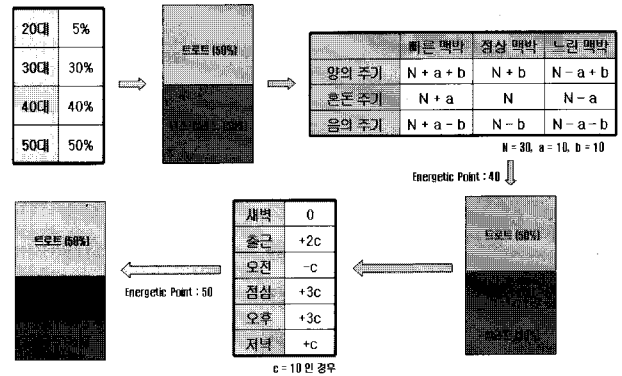


그림 1 음악제공을 위하여 유도된 확률 모델 예  
Fig. 1 An example of probability model derived for music recommendation

그림 1은 위에서 설명된 음악제공 시스템의 확률 모델 도출 예를 나타낸다. 즉, 정상 맥박수를 갖고, 바이오리듬의 감성지수가 10(음의주기)인 52세의 운전자가 낮 1시에 운전할 때, 본 논문에서 제안된 음악제공 시스템을 통하여 트로트(50%)-댄스(25%)-발라드(25%)의 음악 확률 모델 비율을 갖는 음악이 운전자에게 최종적으로 제공됨을 나타낸다.

4. 제안된 시스템의 제작 및 실험

4.1 시스템 구성

앞서 3장에서 구현한 알고리즘을 바탕으로 실제 모의 차량 형태의 실험 시스템을 제작하였다. 제작된 시스템의 특징은 기존의 형태([13]-[15])와 달리 실제 운전 환경과 유사하도록 맥박 측정 장치를 스티어링 휠에 장착하는 형태로 제작하여 운전자가 운전할 때 자연스럽게 맥박이 측정되도록 하드웨어를 구성하였다.

실험에 사용된 운전자 맞춤형 음악제공 시스템에 대한 구체적인 설명은 하드웨어와 소프트웨어로 구분하여 설명한다. 하드웨어는 운전자의 생체 정보인 맥박을 센싱하고, 센싱된 사용자 맥박 정보를 주 제어기로 전달하는 역할을 담당한다. 소프트웨어 부분은 기본적으로 3장에서 언급한 사용자 맞춤형 음악제공 시스템의 알고리즘을 프로그램으로 구현한 것으로, 본 논문에서는 3장의 내용을 운전자 기호를

추론하는 일련의 과정이라고 할 때, 이 부분과 실험을 위한 각종 사용자 인터페이스 부분을 통합한 형태를 추론 소프트웨어라고 한다. 이 소프트웨어 부분은 입력 맥박 신호의 획득, 맥박 정보 및 다른 정보(사용자 개인 및 환경 정보)와 3장의 알고리즘을 이용하여 운전자의 기호를 실시간으로 추론하여 이에 맞는 음악을 선곡하여 제공하는 역할을 담당한다. 그림 2는 실험을 위하여 제작된 운전자 맞춤형 음악제공 시스템의 구성도이다.

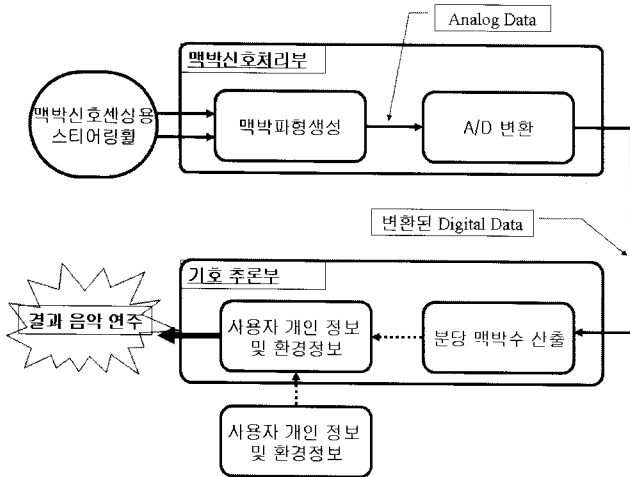


그림 2 제안된 음악제공 시스템의 구성도  
 Fig. 2 Block diagram of the proposed music recommendation system

4.1.1 하드웨어 구성

실험 시스템의 하드웨어는 그림 3과 같이 자동차 운전석 형태에 필요한 센서와 출력장치를 장착한 다음과 같은 세부부분으로 구성된다. 각 부분에 대한 설명은 다음과 같다.

- 맥박 신호 센싱부 : 인체 피부의 어느 부분에서도 서로 떨어진 두 위치로부터 심장 박동 신호를 측정할 수 있으며, 이러한 두 신호의 전기적인 차이를 분석한 것이 심전도 파형이다[23]. 이러한 심전도 파형을 측정하기 위하여 본 실험 시스템은 운전시 운전자가 손으로 잡는 스티어링 휠에 그림 4와 같이 맥박 신호를 감지할 수 있도록 전극을 설치하였다. 또한 스티어링 휠 위에 그림 4의 작은 원 표시부와 같이 자동으로 선곡된 음악에 대한 사용자의 피드백(제공되는 음악에 대한 승낙 또는 거부 의사)을 반영할 수 있는 선택 버튼 장치를 추가로 장착하였다.

- 맥박 신호 처리부 : 전극을 통하여 전달받은 두 개의 신호를 차동 증폭하여 실제 맥박 파형 신호를 만드는 회로부(그림 5의 A-우측)와 이 회로의 맥박 파형 신호를 A/D (아날로그/디지털) 변환을 통하여 디지털 값으로 변환하고 이를 주기적으로 주 제어부로 전송하는 AVR 기반의 제어 회로부(그림 5의 B-좌측)로 구성된다. 그림 6은 A/D 변환전인 아날로그 신호의 맥박 신호를 나타낸다.

- 주 제어부 (PC) : 맥박 신호 처리부로부터 전송받은 데이터와 기타 정보를 이용하여 사용자 기호를 추론하고, 이로부터 음악을 제공하는 역할을 담당한다. 그림 7은 주 제어부로 사용된 PC를 나타낸다.



그림 3 실험 시스템 구성  
 Fig. 3 The experimental system setup

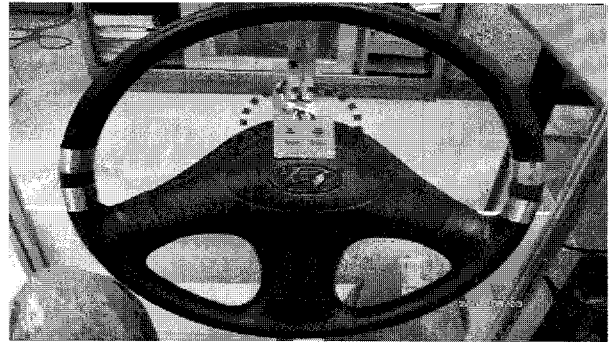


그림 4 맥박 감지 기능을 갖는 스티어링 휠  
 Fig. 4 Steering wheel with heart rate sensing function

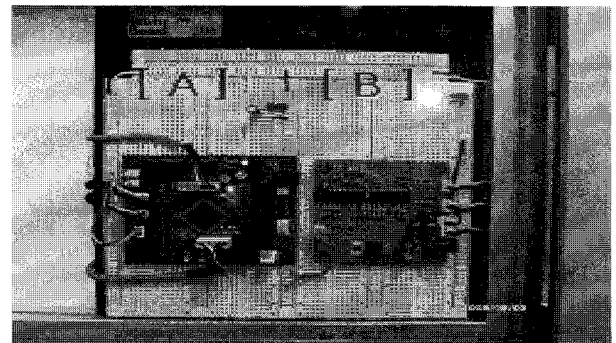


그림 5 맥박신호 처리 회로부  
 Fig. 5 Circuit units for heart rate signal processing

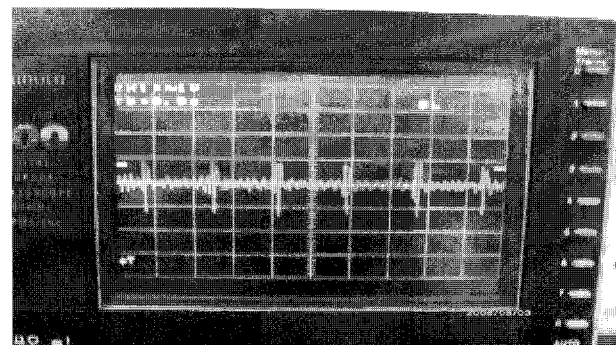


그림 6 측정된 심전도 파형  
 Fig. 6 The measured electrocardiogram signal

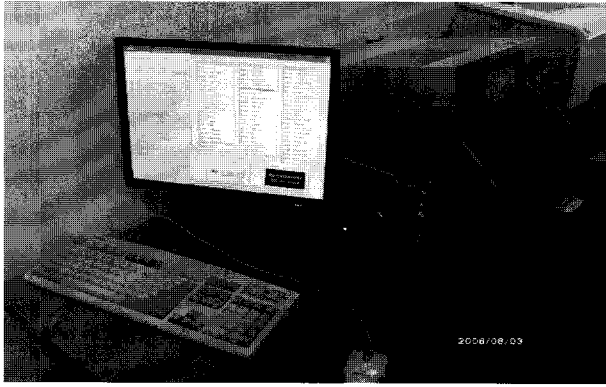


그림 7 주 제어부 (PC)  
Fig. 7 Main control unit (PC)

4.1.2 소프트웨어 구성

소프트웨어는 다음의 세 부분으로 구성된다.

- 맥박 신호 처리 소프트웨어 : 맥박 신호 처리부의 AVR에 내장된 프로그램으로, A/D 신호 처리를 위한 기본적인 AVR 설정과 변환된 데이터를 일정주기마다 직렬 통신을 통해 PC로 전송하는 역할을 담당한다.
- 분당 맥박수 산출 소프트웨어 : 주 제어부(PC)의 내부 프로그램으로, 맥박 신호 처리부로부터 전송받은 데이터를 분석하여 분당 맥박수를 산출하는 역할을 담당한다.
- 운전자 기호 추론 및 음악제공 소프트웨어 : 3.3절에서 제안된 기호 추론 알고리즘을 프로그램화 한 것으로, 현재 사용자의 기호에 맞는 추론 결과를 구하여, 이를 화면에 출력함과 동시에 이에 따라 선곡된 음악을 제공(재생)하는 역할을 한다(그림 8).

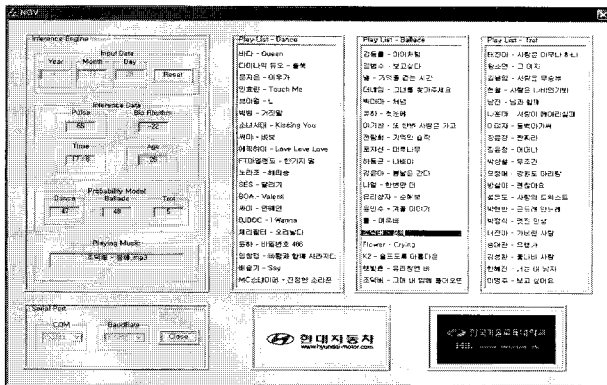


그림 8 제안된 음악제공 소프트웨어 GUI  
Fig. 8 The proposed software GUI

4.2 실험 및 결과 분석

본 절에서는 실험을 통하여 제안된 운전자 맞춤형 음악제공 시스템에 대한 타당성을 검토한다. 본 실험의 경우, 앞서 2장의 관련 연구에서도 언급한 바와 같이 기존에 이와 유사한 연구가 아직까지는 운전자의 감정 상태를 측정하는 것에 초점이 맞추어져 있어서 이를 이용한 구체적인 서비스 제공 방식이나 시나리오 또는 실험 형태를 찾기 어려웠다. 따라

서 본 논문에서는 제안된 맞춤형 음악제공 시스템이 사용자 만족도에 긍정적인 영향을 미치는가와 추론에 사용되는 기본입력데이터의 변화와 편의성이 어떠한 영향을 끼치는지를 확인하기 위하여 자체적으로 가능성 있는 몇 가지 추가 실험을 함께 진행하여 그 결과를 제작된 시스템을 통한 실험과 비교하여 그 타당성을 분석하는 방법을 사용하였다.

4.2.1 실험 방법

실험은 표 4의 음악제공 방법을 이용하여 세 가지로 나누어 수행된다.

표 4 실험에 사용된 음악제공 방법 및 내용  
Table 4 Methods and contents used for the experiments

음악제공방법	내용
1	랜덤 기반 음악제공
2	바이올리듬 기반 음악제공
3	바이올리듬+맥박+시간+나이 기반 음악제공 (수동음악 선곡 및 제공)
4	바이올리듬+맥박 기반 음악제공 (수동음악 선곡 및 제공)
5	바이올리듬+맥박+시간+나이 기반 음악제공 (자동음악 선곡 및 제공)

세 가지 실험 방법을 통하여 다음과 같은 내용들을 검토한다.

실험 1) 표 4와 같이 랜덤 방식의 음악제공 방법 및 바이올리듬을 이용한 음악제공 방법(1과 2)과 제안된 음악제공 방법(3)과의 사용자 만족도 비교를 통하여 제안된 방법의 타당성을 검토한다.

실험 2) 추론 방식에 적용되는 정보의 범위에 따라 피실험자가 어떠한 반응을 보이는 지를 제안된 방법(음악제공 방법 3과 4)간의 사용자 만족도 비교를 통하여 검토한다: 기본 입력데이터의 변화(3의 맥박 정보 기반 결과 vs 4의 맥박에 다른 정보 기반 결과)가 사용자 만족도에 어떠한 영향을 미치는가를 검토한다.

실험 3) 제공(선곡 및 재생) 방식에 따라 피실험자가 어떠한 반응을 보이는 지를 제안된 방법(음악제공 방법 3과 5)간의 사용자 만족도 비교를 통하여 검토한다: 동일한 추론 결과이라도 자동으로 음악이 제공(선곡되어 재생)되는 경우(음악제공 방법 5)가 수동으로 제공(선곡되어 재생)되는 경우와 비교하여 사용자 만족도에 차이(영향)를 미치는가를 검토한다.

각 실험 당 10명으로 구성된, 총 50명(남 35, 여 15)이 피실험자로 참여하였으며, 피실험자에게 각 실험 분류에 따라 선곡된 음악을 제공하고(들려주고), 이에 대한 매우 만족, 만족, 보통, 불만족, 매우 불만족의 5단계 설문을 통하여 사용자 반응도(만족도)를 측정하였다. 실험에는 댄스, 발라드 및 트로트 3개 장르의 각 20곡씩 총60곡의 음악이 사용되었다.

4.2.2 실험 결과 및 분석

위와 같이 수행된 실험들의 분석 결과(만족도 비교)를 요약하면 그림 9와 같으며, 이로부터 다음과 같은 내용을 확인할 수 있었다.

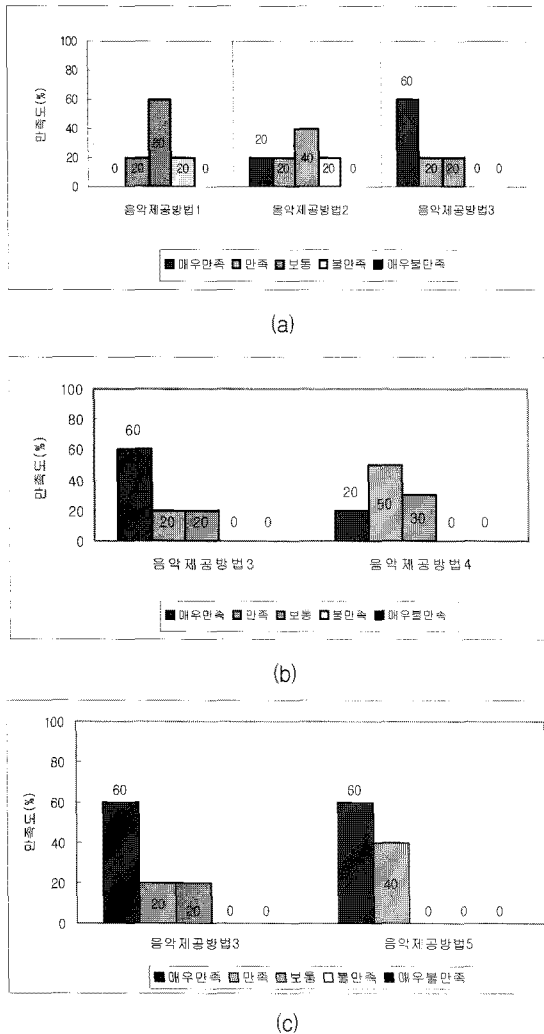


그림 9 세 가지 실험 결과(만족도) 비교 : (a)실험 1의 만족도 비교; (b)실험 2의 만족도 비교; (c)실험 3의 만족도 비교

Fig. 9 The result (subjects satisfaction) comparisons on the three experiments : (a) experiment 1; (b) experiment 2; (c) experiment 3

1) 실험 1의 결과로부터(그림 9의 (a)), 제안된 방법(음악제공방법3)의 사용자 만족도가 음악제공방법1과 2에 비하여 훨씬 높음을 알 수 있었으며 (음악제공방법1에 대한 만족도(20%)-음악제공방법2에 대한 만족도(40%)-제안된 방법에 의한 만족도(80%)), 이로부터 제안된 방법의 타당성을 확인할 수 있다. (본 실험 결과에서의 만족도 비교 기준은 '보통'으로 답변한 결과를 배제한 '매우만족'과 '만족'으로 답변한 결과만을 만족도로 반영하여 비교하였다.)

2) 제안된 방법간(음악제공방법3 vs 음악제공방법4)의 사용자 만족도를 비교한 실험 2의 결과로부터 (그림 9 (b)),

음악제공방법4의 맥락 정보만을 이용한 사용자 만족도 결과 보다 음악제공방법3과 같이 맥락에 다른 정보를 더한 음악 제공에 대한 사용자 만족도가 높음을 알 수 있는데 (음악제공방법3에 대한 만족도(80%)-음악제공방법4에 대한 만족도(70%)), 이로부터 기본입력데이터가 많을수록 사용자 기호 추론에 긍정적인 영향(상대적으로 사용자 기호에 더 부합됨)을 미침을 확인할 수 있었다.

3) 제안된 방법간(음악제공방법3 vs 음악제공방법5)의 사용자 만족도를 비교한 실험 3의 결과로부터 (그림 9 (c)), 동일한 추론 결과이라도 자동으로 음악이 제공(선택되어 재생)되는 경우(음악제공방법5)가 수동으로 제공(선택되어 재생)되는 경우(음악제공방법3)보다 사용자 만족도가 높음을 알 수 있었으며(즉, 음악제공방법5의 만족도 (100%) vs 음악제공방법3의 만족도(80%)), 이로부터 음악이 자동으로 선택되고 재생되는 편의성 기능 제공이 사용자 만족도에 긍정적인 영향을 미침을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 차량 내에서 운전자의 기호에 맞는 음악을 제공할 수 있는 운전자 맞춤형 음악제공 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 운전자의 신체, 환경 및 개인정보를 조합하여 실시간으로 운전자의 기호를 판단하고, 이에 부합되는 음악을 제공할 수 있는 일종의 차량용 운전자 맞춤형 인포테인먼트 시스템이다. 실제 제작된 모의 정지차량 환경에서 운전자 기호에 부합하는 음악을 제공하는 실험 1로부터 제안된 방법의 타당성을 확인하였다. 또한, 실험 2와 3의 결과 분석으로부터 기본입력데이터가 많을수록 사용자 만족도에 긍정적인 영향(상대적으로 사용자 기호에 더 부합됨)을 미침과 동일한 추론 결과라도 음악이 자동으로 선택되고 재생되는 편의성 기능 제공이 사용자 만족도에 긍정적인 영향을 미침을 각각 확인하였다. 본 논문에서 얻어진 결과들은 향후 차량용 맞춤형 인포테인먼트 시스템의 기본 자료로 활용될 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 ㈜현대기아 자동차와 ㈜엔지비의 지원 하에 이루어졌습니다.

참 고 문 헌

[1] 석주명 외 5명, "개인 맞춤형방송 서비스와 단말 플랫폼 개발", 대한전자공학회 논문지, pp.38-53, 2007  
 [2] 김양남 외 1명 "유비쿼터스 서비스 가용공간에서 사용자 맞춤형 서비스 제공 방법에 대한 연구" pp. 418-420, 한국컴퓨터종합학술대회 2005 논문집 Vol. 32, No. 1(A)  
 [3] H. Kawamichi, S. Sameshima, H. Kato, K. Kawano, "A Service Selection Method Based on Context Types for a Ubiquitous Service System in a Public Space", SAINT 2004 Workshops, pp. 319 - 325, 2004.

- [4] A. J. H. Peddemors, M. M. Lankhorst, J. de Heer, "Presence, location and instant messaging in a context-aware application framework", Proceedings of Mobile Data Management: 4th International Conference, pp. 325-330, 2003.
- [5] K. Mansley, D. Scott, A. Tse, A. Madhavapeddy, "Feedback, latency, accuracy: Exploring tradeoffs in location-aware gaming", Proceedings of ACM SIGCOMM 2004 workshops on NetGames, pp. 93-97, 2004.
- [6] A. Corrad, R. Montanari, D. Tibaldi, "Context-based access control management in ubiquitous environments", Proceedings of Network Computing and Applications(NCA 2004): Third IEEE International Symposium, pp. 253 - 260, 2004
- [7] 유동호 외 6명, "GPS를 이용한 사용자 맞춤형 정보 서비스 시스템", 한국인터넷정보학회 pp. 239-242, 2007
- [8] F. Siegemund, C. Florkemeier, "Interaction in pervasive computing settings using Bluetooth-enabled active tags and passive RFID technology together with mobile phones", Proceedings of Pervasive Computing and Communications: First IEEE International Conference, pp. 378 - 387, 2003.
- [9] M. M. Lankhorst, "Enabling technology for personalizing mobile services" System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on 7-10 Jan 2002 Page(s):1464 - 1471
- [10] Ting-Peng Liang, "Discovering User Interests from Web Browsing Behavior: An Application to Internet News Services" System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on 7-10 Jan 2002 Page(s):2718 - 2727
- [11] Swaroop Kalasapur, "Personalized service composition for ubiquitous multimedia delivery" World of Wireless Mobile and Multimedia Networks, 2005. WoWMoM 2005. Sixth IEEE International Symposium on a '13-16 June 2005 Page(s):258 - 263.
- [12] K. Liu et al., "User Modeling for Recommendation in Blogspace" Web Intelligence and Intelligent Agent Technology Workshops, 2007 IEEE/WIC/ACM International Conferences on 5-12 Nov. 2007 Page(s):79 - 82
- [13] Xuan Zhu, "An integrated music recommendation system" Consumer Electronics, IEEE Transactions on Volume 52, Issue 3, Aug. 2006 Page(s):917 - 925
- [14] Kodama, Y, "A music recommendation system" Consumer Electronics, 2005. ICCE. 2005 Digest of Technical Papers. International Conference on 8-12 Jan. 2005 Page(s):219 - 220
- [15] <http://www.apple.com/kr/itunes/>
- [16] Jennifer Healey and Rosalind Picard, "SmartCar: Detecting Driver Stress," Proc. 15th. Int. Conf. on Pattern Recognition, 2000(ICPR '00), Vol 4, pp.218-221, 2000.
- [17] M. A. Tischler, C. Peter, M. Wimmer, and J. Voskamp, "Application of emotion recognition methods in automotive reaseach," 2nd Workshop Emotion and Computing, Osnabruck, Oct., 2007.
- [18] C. L. Lisetti and F. Nasoz, "Affective Intelligent Car Interfaces with Emotion Recognition," Proc. of 11th Int. Conf. on Human Computer Interaction, Las Vegas, July, 2005.
- [19] 나윤지, 고일석, "웹 기반의 바이오리듬의 감성지수를 이용한 적응적 고객화 서비스," 정보처리학회 논문지D 권, Vol.12, No.6, 2005.
- [20] <http://radio.sbs.co.kr/powerFM.jsp> (SBS 라디오)
- [21] 라디오 청취성향 조사, 한국 갤럽 조사 연구소 자료, 1993. (<http://www.gallap.co.kr>)
- [22] 박동호, Massage & Bodywork(마사지 & 보디워크), 일진사, 2008.
- [23] Brian J. Sharkey 원저, 윤성원 외 12인 공역, 체력과 건강(Fitness & Health, 5th Ed.), 도서출판 (주)대한 미디어, 2002.

## 저 자 소 개



### 최 군 호 (崔君鎬)

1969년 11월 20일생. 1993년 성균관대학교 전기공학과 졸업. 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1999년~2005년 (주)한미반도체, (주)한올로보틱스, (주)다사로봇 책임연구원, 2006년~현재 한국기술교육대 기계정보공학부 대우교수  
Tel : 041-560-1403  
E-mail : goonho@kut.ac.kr



### 김 윤 상 (金潤相)

1968년 10월 20일생. 1993년 성균관대 전기공학과 졸업. 1999년 동 대학원 졸업(공학). 1999~2000 한국과학기술연구원 휴먼로봇연구센터 연구원. 2000~2003 (미) Univ. Washington 전기공학과 Faculty Research Associate (전임교원 연구원). 2003~2005 삼성종합기술원 수석연구원. 2005년~현재 한국기술교육대 인터넷미디어공학부 부교수.  
Tel : 041-560-1496  
E-mail : yoonsang@kut.ac.kr