

# 차량 라디오 주파수 자동변환 알고리즘

김태윤\* · 황석승\*\*

## Automatic Frequency Conversion Algorithm for Vehicle Radio

Tae-Yun Kim\* · Suk-Seung Hwang\*\*

### 요 약

차량 운행 시 주의분산으로 인한 자동차 사고가 증가 하고 있는데, 주의분산 행동은 전방 주시율, 차로 유지능력, 위험상황별 반응시간의 세 가지 항목에 대해 영향을 미친다. 많은 운전자들이 운행 중 라디오를 청취하게 되는데, 지역의 경계를 넘어가는 경우 특정 방송국의 라디오를 계속 청취하기 위해 라디오의 주파수를 변경하여야 한다. 이 과정에서 운전자의 주의분산이 발생하여 교통사고 발생 가능성이 높아지게 된다. 특히 고속도로에서는 빠른 속도로 차량이 주행하므로 사고의 위험이 더욱 높아지게 된다. 차량 운행 시 라디오 조작으로 인한 사고의 위험성을 줄이기 위해 본 논문에서는 각 방송국의 표준 라디오 주파수를 데이터베이스(D/B : date base)에 저장하고, 특정 지역의 경계에서 내비게이션으로부터 얻은 차량의 위치정보를 이용하여 변경된 지역의 라디오 주파수를 결정한 후, 기존의 주파수와 새로운 주파수를 이용하는 신호 중 수신율이 양호한 주파수를 선택하는 알고리즘을 제안한다. 양호한 수신율을 가지는 주파수를 선택하기 위해 두 주파수에 대한 신호의 신호-대-잡음비(SNR : signal-to-noise ratio)를 기준으로 사용한다.

### ABSTRACT

Traffic accidents caused by the attention dispersion are increasing and the behavior of the attention dispersion affects the front-observing rate, road keeping ability, and reaction time for a dangerous situation. Many drivers listen to a radio broadcast and they have to change the frequency for continuously listening a radio broadcast of the specific broadcasting station in case of crossing a boundary of the particular area. In this situation, the possibility of a car accident increases, because the attention dispersion of a driver might be occurred. Especially, the risk of a car accident caused by changing the frequency of a radio is more serious in the highway, due to the high speed of a vehicle. In order to reduce the risk of a car accident caused by handling a radio during driving car, in this paper, we propose an automatic frequency conversion algorithm for vehicle radio, which saves normal system frequencies of primary broadcasting stations in a database and determines new frequency of the changed area using the location information obtained from a navigation system in a boundary of the specific area. After determining new frequency, the proposed algorithm selects a frequency with better receiving rate comparing signal-to-noise ratios (SNRs) of two signals corresponding previous and new frequencies.

### 키워드

Car Radio, Automatic Frequency Conversion, Location Information, Signal-to-Noise Ratio  
차량 라디오, 주파수 자동변환, 위치정보, 신호-대-잡음비

\* 조선대학교 전자공학과(skriekd12@chosun.kr)

\*\* 교신저자(corresponding author) : 조선대학교 전자공학과(hwangss@chosun.ac.kr)

접수일자 : 2014. 06. 16

심사(수정)일자 : 2014. 07. 21

게재 확정일자 : 2014. 08. 11

## I. 서론

자동차의 보급이 보편화되고 차량 이용의 증가에 따라 차량사고 발생 빈도가 증가 하고 있다. 현재 자동차 사고 발생 건 중에서 17%인 70~80만 건이 운전 중 주의분산 행위에 의해 발생하고 있다. 운전 중 DMB 사용의 위험성을 평가한 자료에 의하면 전방주시율, 차로유지능력, 위험상황별 반응시간의 세 가지 항목에서 DMB 사용이 혈중 알코올 농도 0.1% 상태의 운전 위험과 동일한 수준인 것으로 나타난다[1]. DMB 이외에도 운전 중 동승자와의 대화 및 라디오 조작 등에 의한 주의분산 행위는 자동차 사고 발생의 원인이 될 수 있다[2].

최근 운전 중 DMB 시청 단속이 강화되면서 장시간 운전 중 라디오를 청취하는 경우가 많은데, 지역의 경계를 넘어가면서 라디오를 청취하고 있는 경우 각 지역 방송국에서 송신하는 주파수가 달라 주파수를 변경해 주어야 한다. 주파수 변경과정에서 주의분산이 유발되어 사고의 위험성이 증가하게 된다[3]. 고속 주행 시 라디오 조작으로 인한 사고의 위험성을 줄이기 위해 본 논문에서는 내비게이션의 위치정보를 바탕으로 라디오 시스템과 연계하여 청취 방송국의 주파수를 자동으로 변경하는 알고리즘을 제안한다. 이를 위해 각 지역별 방송국의 송신 주파수를 데이터베이스에 저장하고, 주행 중 청취권의 경계에서 수신율이 양호한 청취 방송국의 주파수를 결정한다. 청취권 경계에서 기존 주파수 신호의 수신율과 새로운 지역의 주파수 신호의 수신율을 비교하여 양호한 수신율을 가

지는 신호의 주파수로 변경한다. 수신율 판단 기준으로 본 논문에서는 각 주파수에 대한 신호의 신호-대-잡음비를 비교하여 높은 신호-대-잡음비를 가지는 주파수를 청취 방송국의 주파수로 결정한다[4]. 청취 주파수의 신호-대-잡음비를 활용하여 주파수 변환 시스템의 성능을 시뮬레이션을 통해 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 SNR변화를 확인하기 위한 신호모델을 제시하고 3장에서 기존 시스템의 문제점을 제시하고 이를 개선하기 위해 4장에서 차량 라디오 주파수 자동변환 시스템에서 소개한다. 5장에서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 주파수 변환 시스템의 SNR변화를 확인하고 6장에서 결론을 맺는다.

## II. 신호 모델

기존 주파수와 후보 주파수에 대한 양호한 수신율을 결정하는 기준인 SNR은 식 (1)과 같이 주어진다.

$$SNR = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}} \quad (1)$$

송신장치와 수신장치의 거리를 고려한 수신신호 전력은 Friis 공식을 변형한 식(2)와 같이 주어진다.

$$P_r(d) = P_t \left( \frac{c}{4\pi f} \right)^2 \frac{1}{d^4} \quad (2)$$

식(2)에서  $P_r(d)$ 는  $d$ 만큼 떨어진 거리에서 측정

표 1. 서울특별시 및 6대광역시 라디오 주파수  
Table 1. Radio frequency of Seoul and six metropolitan

	Unit(MHz)			
	KBS 1FM	MBC FM	MBC FM4U	TBN
Seoul	93.1	95.9	91.9	95.1
Busan	92.7	95.9	88.9	94.9
Ulsan	101.9	97.5	98.7	104.1
Daegu	94.1	96.5	95.3	103.9
Gwangju	92.3	93.9	91.5	97.3
Daejeon	98.5	92.5	97.5	102.9
Incheon	93.1	95.9	91.9	100.5

된 수신 신호의 전력,  $P_t$ 는 송신소 전력,  $c$ 는 전파속도( $3 \times 10^8 m/s$ ),  $d$ 는 송신소간의 거리,  $f$ 는 송신신호의 주파수,  $\eta$ 는 경로 손실 지수이다[5]. 경로 손실 지수는 평균적으로 자유공간에서 2정도이며 도심 셀룰러 무선채널의 경우 2.7~3.5정도의 값을 갖고 실내 환경에서는 1.7정도의 값을 갖는다[6]. 본 논문에서는 자유공간 상태로 가정하고 경로 손실 지수를 2로 고정한다. 또한, 잡음은 평균이 0이고 분산이  $\sigma^2$ 인 AWGN(additive white Gaussian Noise, 백색가우시안 잡음)으로 가정한다.

### III. 기존 시스템의 문제점

본 장에서는 차량 운행 중 기존 시스템이 가지고 있는 문제점을 제시한다. 차량 운행 중 자주 사용하는 기기로 라디오, DMB, 스마트폰, 내비게이션 등이 있는데, 운전 중 기기의 조작은 주의분산으로 인해 사고의 위험이 증가하게 된다. 도로교통공단에서 최근 3년간 교통사고를 분석한 결과, 운전 중 핸드폰 사용, 라디오조작 등의 기기조작에 의한 교통사고가 8,123건 발생했다.

라디오는 대부분의 차량에 기본으로 장착되어 있고 운행 중 많은 운전자들이 사용하고 있다. 각 방송국은 서로 다른 주파수를 이용하여 음성데이터를 전송하고 있으며 장거리 운행 중 지역의 경계를 벗어나는 경우가 자주 발생하는데, 이 때 특정 방송국의 라디오를 청취하기 위해서는 그 지역에서 청취 가능한 주파수로 변경해야 한다. 운행 중 특정 주파수를 찾기 위해 라디오를 조작하는 행동은 운전 집중력 분산을 초래하여 사고 발생가능성을 높인다. 특히 고속도로 등 차량 운행 속도가 빠른 도로에서는 그 위험성이 배가된다. 본 논문에서는 이러한 문제점 해결을 위해 특정 지역에서 기존 청취하고 있던 방송국의 신호를 효과적으로 수신할 수 있는 알고리즘 및 차량 라디오 시스템을 제안한다.

### IV. 차량 라디오 주파수 자동변환 알고리즘

본 장에서는 전국의 주요 지역의 라디오 방송국 주

파수 대역을 소개하고, 지역 경계에서 차량의 위치정보를 기반으로 기존 청취 주파수와 새로 수신 가능한 주파수의 신호에 대한 신호-대-잡음비를[7] 비교하여 높은 값을 가지는 주파수를 새로운 청취 주파수로 결정하는 차량 라디오 시스템을 제안한다.

#### 4.1 주요 지역의 라디오 주파수

각 지역의 방송국은 라디오 신호 송신을 위해 각기 다른 주파수 대역의 음성신호를 생성하여 전송하고 있다. 차량 운행 중 라디오 주파수를 변경하는 경우는 다른 방송국의 신호수신을 위한 주파수 변경과 특정 방송의 청취권역경계에서 기존 청취하고 있던 방송의 지속적인 신호수신을 위한 해당 지역의 방송국이 사용하는 주파수 대역으로의 주파수 변경이 있다. 본 논문에서는 후자의 경우 주의분산으로 인해 발생하는 문제점을 해결하기 위해 전국 주요 지역의 라디오 방송국 주파수를 데이터베이스에 저장한 후, 내비게이션으로 부터 얻은 차량의 위치정보를 기반으로 수신 가능한 주파수 대역을 결정한다. 주요 지역의 라디오 주파수로 서울특별시와 6대 광역시의 KBS 1FM, MBC 표준, MBC FM4U, 교통방송을 선정하였다. 표 1에 서울특별시와 6대 광역시의 방송주파수가 요약되어 있다. 실제 시스템에서는 전국의 모든 라디오 방송국들을 고려해야 한다.

#### 4.2 라디오 주파수 자동 변환 시스템

본 논문에서 제안된 차량 라디오 시스템은 라디오에 장착된 주파수 저장 장치에 주파수 대신 운전자가 청취를 원하는 각 방송국의 정보를 저장한다. 예를 들어 주파수 저장장치에 여섯 개의 주파수를 저장할 수 있다면, 여섯 개의 방송국에 대한 정보를 저장할 수 있다.

차량 운행 중 청취 방송국에 대한 버튼을 눌러 해당 방송국의 라디오를 청취하다 청취권역 경계에 접근하게 되면, 내비게이션의 위치정보를 기반으로 수신 가능한 라디오 주파수 후보들을 결정한다. 각 후보 주파수에 대한 수신신호의 신호-대-잡음비를 측정하고, 이들을 비교한 후 가장 큰 신호-대-잡음비 값을 가지는 주파수를 새로운 청취 주파수로 결정한다. 이러한 과정을 라디오 청취권역 경계를 벗어날 때 까지 반복하고, 라디오 청취권역 경계를 벗어나게 되면, 해당

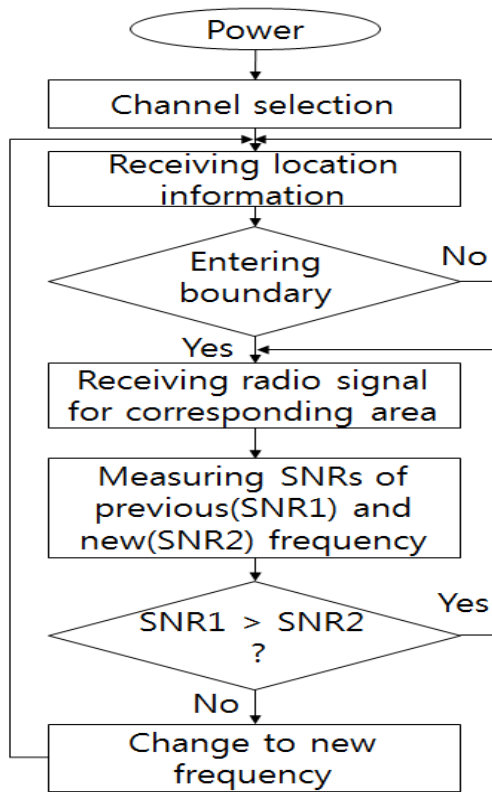


그림 1. 차량 라디오 주파수 자동변환 시스템 순서도  
Fig. 1 Flow-chart of automatic frequency conversion system for vehicle radio

지역의 고유 라디오 주파수 대역을 청취 주파수로 사용한다. 그림 1은 이와 관련된 라디오 주파수 자동변환 시스템의 순서도를 나타낸다. 그림 1에서 SNR1은 기존 주파수 대역 신호의 SNR 이고 SNR2는 후보 주파수 대역 신호의 SNR을 나타낸다.

그림 2는 라디오 주파수 자동변환 시스템의 구조를 보인다. 본 논문에서 제안된 주파수 변환 시스템은 시스템 통합제어를 위한 MCU(Micro Control Unit)[8], 전원 공급을 위한 전원부, 차량의 위치정보를 얻기 위한 내비게이션 연동부, 신호-대-잡음비 측정을 위한 SNR 측정기, 라디오 수신을 위한 라디오 시스템 등으로 이루어져 있다. MCU에 내비게이션, 라디오, SNR측정기 등의 외부장치가 연결되어 있어 단일 유한상태 시스템을 사용할 경우 다소 긴 시간지연이 나타날 수 있으므로, 인터럽트를 이용한 다중유한상태 기계 기반 시스템을 고려한다[9-10]. 데이터베이스는

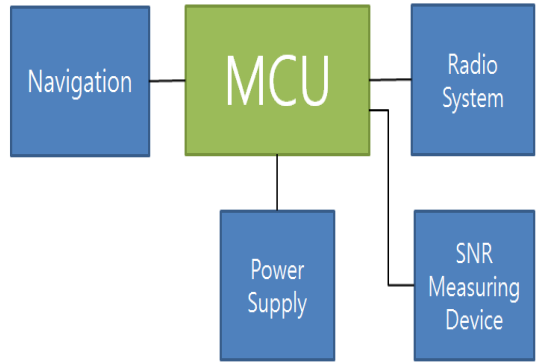


그림 2. 주파수 자동변환 시스템 구조  
Fig. 2 Architecture of automatic frequency conversion system

MCU에서 객체지향언어 기반의 응용소프트웨어를 이용하여 생성한다[11].

### V. 컴퓨터 시뮬레이션

본 장에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 차량 이동시 라디오 신호의 SNR 변화량을 확인하고, 주파수 자동변환 시스템의 동작 메커니즘을 설명한다. 시뮬레이션을 위해 차량은 광주 무등산 송신소에서 광양 간이 중계소로 이동하면서 TBN 교통방송을 청취한다고 가정하였다. 광주교통방송의 청취권역은 광주광역시, 남원시, 나주시, 무안군, 순창군 등이고 광양교통방송의 청취권역은 광양시, 순천시, 고흥군, 여수시 등이다. 광주권의 교통방송 주파수대역은 FM 97.3MHz이고 광양권의 교통방송 주파수대역은 FM 103.5MHz이다. 광주교통방송의 송신 기지국은 무등산 송신소이고 송신전력은 3kW이며, 광양교통방송은 광양 간이 중계소를 이용하고 송신전력은 500W이다. 무등산 송신소로부터 광양 간이 중계소까지의 직선거리는 약 62km이다.

그림 3은 정규화된 SNR이 20dB인 경우의 이동 차량에 대한 SNR 변화량을 나타낸 결과이다. 그림 4와 그림 5는 정규화된 SNR이 각각 30(dB)와 40(dB)인 경우의 이동 차량에 대한 SNR 변화량을 나타낸 결과이다. 세 개의 그림들로부터, 무등산 송신소에서 광양 간이 중계소로 차량이 이동함에 따라, 무등산 송신소

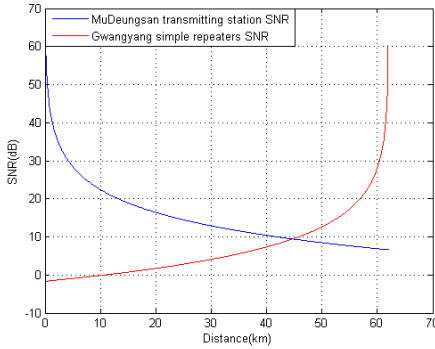


그림 3. 정규화된 SNR이 20(dB)인 경우 이동 차량의 라디오 신호의 SNR 변화량  
Fig. 3 SNR curves for radio signal of vehicle (normalized SNR=20 dB)

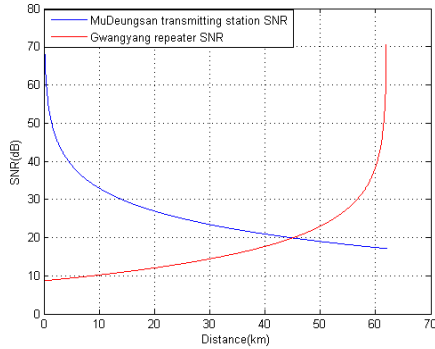


그림 4. 정규화된 SNR이 30(dB)인 경우 이동 차량의 라디오 신호의 SNR 변화량  
Fig. 4 SNR curves for radio signal of vehicle (normalized SNR=30 dB)

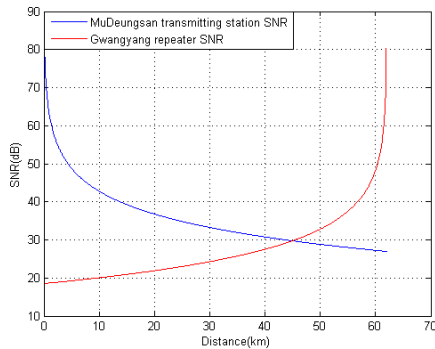


그림 5. 정규화된 SNR이 40(dB)인 경우 이동 차량의 라디오 신호의 SNR 변화량  
Fig. 5 SNR curves for radio signal of vehicle (normalized SNR=40 dB)

에서 송신된 신호에 대한 SNR은 감소하고 광양 간이 중계소에서 송신된 신호에 대한 SNR은 증가하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 모든 경우에 무등산 송신소로부터 약 45km, 광양 간이 중계소로부터 17km 지점에서 라디오 주파수를 변환하게 된다는 것을 확인할 수 있다.

## VI. 결론

차량사고의 원인 중 큰 비중을 차지하는 것이 차량 내부의 기기 조작으로 인한 주의분산에서 기인한다. 특히 고속도로에서 장거리 운전 시 라디오 조작으로 인한 차량사고가 빈번하게 발생한다. 라디오 조작으로 인한 차량사고를 방지하기 위해 본 논문에서는 각 지역의 라디오 방송국 주파수를 내비게이션과 연동하여 자동적으로 변환해주는 차량 라디오 주파수 자동변환 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 라디오 주파수 변환의 기준으로 SNR 값을 사용한다. 차량 라디오 주파수 자동 변환 시스템을 구현하기 위해서는 각 지역의 주요 라디오 방송국 주파수에 대한 데이터 베이스, 정밀한 SNR 측정장치, 내비게이션과 연동이 가능한 MCU, 라디오 장비와 MCU간 연동 등이 필요하다. 본 논문에서 제안된 시스템을 사용하면, 차량 운행 시 청취 중이던 방송을 계속 청취하기 위한 추가 조작이 필요하지 않아, 이와 관련된 주의분산에 의한 사고를 상당부분 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구 사업지원을 받아 수행된 것임(No. 2013-056169)  
이 논문은 2013학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.  
본 논문은 2013년도 한국전자통신학회 가을철 종합 학술대회 우수논문 논문의 확장본입니다.

## References

[1] Y. Sihm, S.-Y. Lee, J.-B. Ryu, and S. Yu, "The

- Effects of in Vehicle Watching DMB on Driver Behavior," *Symp. of the Korea Society of Automotive Engineers*, Busan, Korea, 2007, pp. 76-82.
- [2] S.-H. Yun, H.-B. Son, and Y.-C. Rhee, "A Study of Head Up Display System for Next Generation Vehicle," *J. of the Korea Institute of Electronics Communications Sciences*, vol. 6, no. 3, 2011, pp. 106-111.
- [3] E.-S. Lee and M.-G. Park, "A Study on the Auto-Conversion System of Radio Channel/Frequency of Vehicle Telematics Devices," *Conf. of Korea Multimedia Society*, Cheongju, Korea, May 2010, pp. 241-244.
- [4] S. Choi, T. Kim, and S. Hwang "Automatic Frequency Conversion System for Vehicle Radio Based on Location Information," *Conf. of the Korea Institute of Electronics Communications Sciences*, Yeosu, Korea, Nov. 2013, pp. 442-445.
- [5] C. Seo, G. Yoon, S. Portugal, and I. Hwang, "New SNR Estimation Algorithm using Preamble and Performance Analysis," *J. of the Institute of Electronics Engineers of Korea-TC*, vol. 48, no. 4, 2011, pp. 6-14.
- [6] J. Ko, E. Jean, B. Cho, and S. Hong, "Photovoltaic System for the efficient management and performance," *Conf. of the Korea Institute of Electronics Communications Sciences*, Busan, Korea, June 2011, pp. 409-411.
- [7] S. Lee, "An Embedded Systems Implementation Technique based on Multiple Finite State Machine Modeling using Microcontroller Interrupts," *J. of Korea Multimedia Society*, vol. 16, no. 1, 2013, pp. 75-86.
- [8] K. Jung, K. Kapitanova, S. Son, and S. Park, "Robust Data, Event, and Privacy Services in Real-Time Embedded Sensor Network System," *J. of Korean Institute of Information Scientists and Engineers : Database*, vol. 37, no. 6, 2010, pp. 324-332.
- [9] M. Kim and Y. Rhee, "Design and Implementation of unmanned Self HealthCare Examination System based on RFID," *Conf. of the Korea Institute of Electronics Communications Sciences*, Gurye, Korea, May 2009, pp. 22-26.
- [10] T. Ahn and I. Koo, "A RSS-Based Localization for Multiple Modes using Bayesian Compressive Sensing with Path-Loss Estimation," *J. of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 12, no. 1, 2012, pp. 29-36.
- [11] S.-J. Kim and Y.-M. Kim, "A Study on Indoor Location Estimation using RSSI of Low Power Tag in RFID/USN Environments," *J. of the Korean Institute of Information Technology*, vol. 9, no. 10, 2011, pp. 64-74.

저자 소개



**김태윤(Tae-Yun Kim)**

2014년 2월 조선대학교 메카트로닉스공학과 졸업

2014년 3월 조선대학교 대학원 전자공학과 석사과정

※ 관심분야 : RFID, 이동로봇 플랫폼, 로봇 위치추정, SLAM



**황석승(Suk-Seung Hwang)**

1997년 2월 광운대학교 제어계측공학과 졸업

2001년 6월 University of California, Santa Barbara, Electrical & Computer Engineering Department 대학원 졸업(공학석사)

2006년 University of California, Santa Barbara, Electrical & Computer Engineering Department 대학원 졸업(공학박사)

2006. 5~2008. 3 삼성전자 통신연구소 책임연구원

2008. 3~2014. 1 조선대학교 메카트로닉스공학과 교수

2014. 2~현재 조선대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : 적응신호처리, 위치추정, 채널추정, 이동로봇용 위치추정, 간섭제거, RFID