

# 민방위 경보음의 정형 명세에 관한 연구

오혜윤, 정선일, 권기현  
 경기대학교 컴퓨터과학과  
 {maohy, greffsozpkk, khkwon}@kyonggi.ac.kr

## A Study on the Formal Specification of Civil Defense Alarm

Hye-Yoon Oh\*, Sun-il Jung, Gihwon Kwon  
 Dept. of Computer Science, Kyonggi University

### 요 약

본 논문에서는 신호 시제 논리 명세를 통하여 민방위 경보음을 정형적으로 명세한다. 논리를 기반으로 한 정형 명세는 비정형 명세에 비하여 분명하고, 간결하며, 기계처리가 가능한 이점을 제공한다. 민방위 경보음에 대한 시간의 흐름에 따른 주파수의 변화를 그래프로 그린 후에 이를 신호시제 논리로 명세하고자 한다.

### 1. 서론

국가에서는 민방위 사태에 대비하여 인명과 재산의 피해를 최소화하기 위한 사전적인 신호수단으로 경보를 발령한다. 민방공 경보는 적의 침공에 의해 전국 또는 일부 지역에 공격이 예상되거나 공격이 있을 경우에 발령한다. 하지만 청각장애인이거나 난청이 있는 사람들은 경보음을 듣지 못하기 때문에 신속하게 대피하기가 힘들다. 이러한 사람들도 위험을 감지하고 대피하기 위해서는 소프트웨어 엔지니어들이 노력해야 한다고 생각한다.

따라서 본 논문에서는 민방위 경보음을 정형적으로 명세하고자 한다. 정형적으로 명세를 하면 비정형 명세에 비해 모호함이 사라져, 소리를 구분하는데 도움을 줄뿐만 아니라 개발자와 설계자 간의 의사소통 수단이 되고, 기계처리가 가능해진다. 이를 통하여 향후 시스템 개발에 도움을 주고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 관련 연구에서는 신호 시제 논리에 대해 설명하고, 푸리에 변환에 대해서 설명한다. 그리고 STFT 라는 변환에 대해서 설명한다. 다음으로 본론에서는 탐구 대상에 대해 설명하고, 탐구 대상을 이용하여 적절한 명세를 하기 위한 그래프를 그리는 과정을 보인 뒤에, STL 명세를 보이도록 한다. 마지막으로 결론으로 글을 맺는다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 신호 시제 논리(Signal Temporal Logic, STL)

STL은 LTL(Linear Temporal Logic)에서 파생되어 나온다. LTL은 사건의 선형적인 순서만 다루고 시간

과 양적인 값을 무시하기 때문에 한계가 있는 반면에 STL은 시간적인 순서와 크기까지 다루기 때문에 LTL보다 STL이 소리의 정형 명세에 더 적합하다.

STL 식의 구문은 다음과 같다.

$$\varphi ::= \mu | \neg\varphi | \varphi_1 \wedge \varphi_2 | \varphi_1 \vee \varphi_2 | \varphi_1 U_{[t_1, t_2]} \varphi_2 | \diamond_{[t_1, t_2]} \varphi | \square_{[t_1, t_2]} \varphi$$

먼저  $\mu$ 는 관심이 있는 대상인 AP(Atomic Predicate)이고,  $\neg\varphi$ 는 논리식의 부정이다. 또한  $\varphi_1 \wedge \varphi_2$ 은 동시에 두 논리식이 참이 되어야 참이고,  $\varphi_1 \vee \varphi_2$ 은 두 논리식 중 하나라도 참이어야 참이 된다.

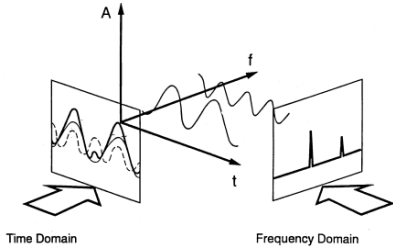
$\varphi_1 U_{[t_1, t_2]} \varphi_2$ 는  $\varphi_2$ 가 참이 될 때 까지(Until) 구간  $[t_1, t_2]$ 에서  $\varphi_1$ 이 참이 되어야 한다.  $\diamond_{[t_1, t_2]} \varphi$ 는 언젠간(Eventually) 구간  $[t_1, t_2]$ 에서 논리식이 참이어야 한다.  $\square_{[t_1, t_2]} \varphi$ 는 항상(Always) 구간  $[t_1, t_2]$ 에서 논리식이 참이어야 한다. 이 외의 자세한 문법은 [2]를 참고한다.

#### 2.2 푸리에 변환(Fourier Transform)

푸리에 변환은 시간 영역을 주파수영역으로 변환하는 것을 말한다. 시간 영역과 주파수 영역의 관계는 다음 Figure 1과 같다.

푸리에 변환의 가장 핵심적인 내용은 복잡한 파동을 진동수나 진폭이 다른 단순한 파동들의 합으로 나타낼 수 있다는 것이다. 그것을 이용하여 각 신호의 주파수나 특성을 찾아 낼 수 있다. 예를 들어 화학에서 특정물질을 분석해 어떤 화학성분들이 들어있는지 알아내는 것과 비슷하다.

"본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT 연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2015-R0992-15-1014)



(Figure 1) 시간 영역과 주파수 영역의 관계 [1]

2.3 STFT (Short Time Frequency Transform)

2.2의 푸리에 변환을 하면 시간에 대한 정보가 없어지기 때문에 시간에 따라 주파수가 변하는 데이터에는 적합하지 않다. 반면에 SFTF는 시간 영역 데이터를 일정한 윈도우 사이즈로 나누어 각 구간마다 푸리에 변환을 하기 때문에 시간의 흐름에 따른 주파수의 변화를 알 수 있다. STFT의 자세한 내용은 [3]을 참고한다.

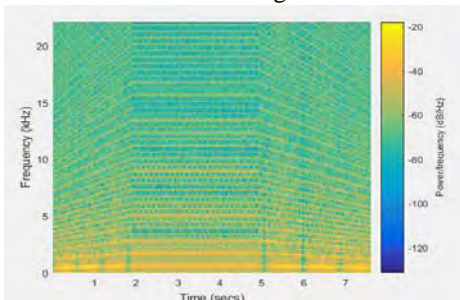
3. 본론

3.1 탐구 대상

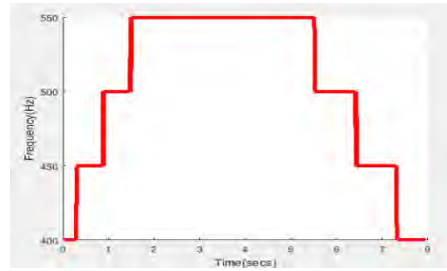
본 논문에서는 국가 재난 정보 센터에서 제공하는 민방공 경보인 경계 경보음 wav 파일과 공습 경보음 wav 파일을 이용해 실험하였다. 경계 경보음은 평탄음(-----)으로 1분 동안 지속되며, 공습 경보음은 3분 동안 5초 상승, 3초 하강하는 파상음(ㄱㄴ)의 연속된 패턴으로 이루어져 있다.

3.2 탐구 과정

탐구 과정에서는 탐구 대상 중 공습 경보음을 이용하여 명세하는 과정을 보여준다. 앞선 시도에서 두 wav 파일의 파(波) 중에서 어느 주파수 성분이 얼마만큼 포함되어 있는지를 계산하는 푸리에 변환을 해보았다. 하지만 푸리에 변환 결과는 어느 시간대에 주파수가 어떻게 변했는지 알 수가 없다. 따라서 STL로 명세 하기에 부적합하기 때문에 STFT를 이용하였다. STFT의 결과는 시간의 흐름에 따른 주파수의 변화를 볼 수 있었다. 결과 그래프는 Figure 2와 같다. 하지만 Figure 2의 그래프는 다양한 주파수 대의 소리가 섞여 있어 정형 명세에 부적합하다 생각되어 포함된 여러 개의 주파수 중 가장 강한 값을 추출하였다. 추출한 값을 그린 그래프는 Figure 3과 같다.



(Figure 2) 공습 경보음의 STFT 적용 그래프



(Figure 3) 공습 경보음에서 추출한 그래프

3.3 STL 명세

Figure 3의 그래프를 다음과 같이 STL을 이용하여 정형적으로 명세하였다.

$$\square \diamond (\square_{[0,2]} u1(t) > (400 + 60 * (t)) \wedge \square_{[2,5]} u1(t) > 550 \wedge \square_{[5,8]} u1(t) > (550 - 50 * (t - 5)))$$

u1은 생성할 signal을 말하며, t는 x축인 time이다. 또한 공습 경보음의 명세에서 400은 최솟값, 550은 최댓값을 나타내며, 60과 50은 각각의 기울기이다. 또한  $\square \diamond$ 이 나오는데 이것은 항상 언젠가는, 즉 무한히 자주라는 의미를 가지고 있다. 이것은 5초 상승, 3초 하강의 패턴을 무한히 자주 반복하기 때문이다.

같은 방법으로 경계 경보음을 STL로 명세하면 다음과 같다.

$$\square \diamond (\square_{[0,8]} u1(t) > 550)$$

4. 결론

본 논문에서는 소리를 STFT를 이용하여 시간에 따른 주파수의 변화 그래프를 관찰하고 그 그래프를 이용해 STL로 명세하였다. 이를 이용하면 소리를 분류하는 것을 도모할 수 있다.

향후 연구에서는 본 논문의 소리의 정형 명세를 청각장애인을 위한 위험 방지 어플리케이션[4]에 적용할 예정이다. 이전의 위험 방지 어플리케이션에서는 데시벨만으로 위험상황을 판단하여서 false alarm이 많은 단점이 있었지만, 본 논문에서 제안한 STL을 이용한 정형 명세를 통해 소리를 분류하여 false alarm을 줄이고자 한다.

참고문헌

[1] Pete Bechard, "ADVANCED SPECTRAL ANALYSIS", <http://masters.donntu.org/2008/eltf/naftulin/library/letter5.htm>  
 [2] Alexandre Donze, Oded Maler, Ezio Bartocci, Dejan Nickovic, Radu Grosu and Scott Smolka "On Temporal Logic and Signal Processing", 2012  
 [3] Nawab, S. Hamid, Thomas F. Quatieri, and Jae S. Lim. "Signal reconstruction from short-time Fourier transform magnitude." Acoustics, Speech and Signal Processing, IEEE Transactions on 31.4 (1983): 986-998.  
 [4] 오혜윤, 권혁, 권기현, "오토마타 합성을 통한 청각장애인을 위한 위험 방지 어플리케이션 개발", 한국 정보 과학회, 2015