



## **Mask Payment App System Based on Fine Dust Measurement**

**Jung-Keun Kim, Ji-Hye Koo, Yong-Do Her\***

*Department of Medical Information Technology Engineering, Konyang University*

### **ABSTRACT**

Recently, various solutions have been proposed according to the rapid increase in the level of fine dust. However, technologies such as artificial rainfall and large-sized air purifiers that have been developed or studied to date have the disadvantage of lack of feasibility. Rather, the use of a mask, which has become more important and convenient due to the corona crisis, is emerging as one of the most feasible measures among domestic fine dust countermeasures. Therefore, this paper aims to develop an app system that enables people to efficiently and conveniently pay or purchase masks. In addition, through the developed app system, a response system that allows users to know in real time when a disaster alert such as fine dust occurs can be built. When a fine dust disaster alarm occurs, information on fine dust in the area can be immediately checked in real time using a mobile phone app. When a fine dust alarm occurs, QR code issuance is activated, and through a map in the application, the location of the nearest mask dispensing station, phone number, and mask inventory can be checked in real time. When a mask is provided to a user, the mask dispensing station can modify the mask-related data in the corresponding dispensing station database in real time, and various statistics related to the mask can be checked in real time on the web page and in the dedicated application for administrators. In the future, additional functions will continue to be supplemented by securing disease information and data on various epidemic diseases such as cold and flu, and the algorithm will be continuously improved to more accurately predict the level of fine dust.

© 2020 KKITS All rights reserved

**KEYWORDS :** Fine Dust Measurement, Big Data, Mask Payment System, QR Code, Mask Inventory

**ARTICLE INFO:** Received 21 August 2020, Revised 5 October 2020, Accepted 13 October 2020.

\*Corresponding author is with the Department of Medical Information Technology Engineering, Konyang University, 158 Gwanjeodong-ro Seo-gu Daejeon, 35365, KOREA.

*E-mail address:* [ydher@konyang.ac.kr](mailto:ydher@konyang.ac.kr)

## 1. 서론

최근 들어 급격히 증가하고 있는 미세먼지에 대한 다양한 대응 정책들이 발표되고 있다[12].

또한 코로나 바이러스로 인한 마스크 수요 또한 폭발적으로 늘면서 국가 차원에서 마스크 판매 및 지급을 보다 효율적으로 관리할 필요성이 증가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 미세먼지 경보 발령 시 또는 미세먼지 수치를 예측하여 미세먼지 수치가 높은 경우 지역주민들이 마스크를 1일 1회 무상으로 지급 받을 수 있도록 해주는 마스크 지급 앱 시스템을 개발하고자 한다.

개발된 마스크 지급 앱 시스템은 주민등록증과 연계한 마스크 5부제와 연계하면 시스템의 유연성을 더욱 증대시킬 수 있을 것이다.

시스템 개발을 위해 크게 3개의 기본 목표를 설정하였다. 첫째, 개발한 시스템을 사용자가 사용하는데 있어 불편함을 최소화해야 한다. 둘째, 지급 시스템의 신뢰도를 높이기 위하여 실시간으로 마스크 지급에 대한 처리 결과가 반영되어야 한다. 셋째, 재고 관리를 위한 통계 시스템이 구축되어야 하며, 재고 관리 현황이 시스템에서 시각적으로 쉽게 표시 및 관리되어야 한다.

개발된 시스템은 사용자 앱과 관리자 앱, 관리자 웹으로 구성되어 있다. 특히 관리자 앱과 웹을 연동하기 위해서는 구축된 시스템 데이터베이스에 사용자 개인 정보, 지급소 정보 및 UID가 필수로 저장되어야 한다. 따라서 안드로이드에서 사용하는 기본키인 UID를 활용하여 데이터베이스에 쉽게 접근할 수 있도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 공공 데이터 기반의 미세먼지 수치 예측 기술 현황과 구현한 미세먼지 수치 예측 방법에 대해서 설명하였다. 3장에서는 미세먼지 측정 기술에 기반한 마스크 지급 앱 시스템에 대해 설명하였고, 4장

에서는 결론 및 향후 연구를 기술하였다.

## 2. 미세먼지 수치 예측 기술

### 2.1 미세먼지 수치 예측 기술 현황

국내 미세먼지 예보 시스템은 현재 KT의 에어맵 코리아 어플리케이션에서 제공하고 있다[3]. KT는 전국적으로 2000여개의 측정소를 설치했으며 특히 서울 측정소 간 간격은 약 1km<sup>2</sup> 내외로 촘촘하게 구축돼 인근 지역의 생활권 정보까지 확인할 수 있도록 하고 있다. 또한, KT는 측정 데이터의 정확도 향상을 위해 한국대기환경학회와도 협업하고 있다.

해외 미세먼지 예보 사례로는 미국의 Salt Lake City의 “PM2.5 Forecasting Method Development and Operations for Salt Lake City, Utah”가 가장 대표적이라 할 수 있다. 이 시스템은 PM 2.5 데이터와 PM 10 데이터를 받아 원시 데이터와 가공 데이터로 따로 DB화하고 PM 2.5로 환산한 값을 근거로 데이터 분석을 한다[4]. 이를 통해 연간, 월간, 주간, 일간 빈도 분석에 대한 정보를 제공한다.

또한, 시카고 지역의 회귀방정식을 이용한 미세먼지 예보 시스템과 캐나다의 모델링 기법을 통한 미세먼지 예보 시스템, 영국의 수치 모델을 통한 예보 시스템 등이 사용되고 있다.

### 2.2 공공 데이터 기반의 미세먼지 수치 예측

미세먼지 수치를 예측하기 위해 공공 데이터 포털(data.go.kr)에서 받아온 미세먼지 데이터들을 측정소 이름별로 데이터 정규화 한 후, CNN(Convolutional Neural Network) 처리를 위해 (지역 수, 속성)의 이미지 형태로 변환하였다[5,6].

또한, CNN 과정을 거친 후 RNN(Recurrent Neural Network)을 거쳐 개발한 앱 시스템에서 사용할 수 있는 미세먼지의 최종 예측 수치를 얻어 낼 수 있었다[7]. 그 과정은 아래와 같으며, 파이썬과 텐서플로우를 사용하였다.

### 2.2.1 CNN

먼저 <그림 1>과 같이 CNN 방식으로 처리하기 위해 placeholder를 설정 한 후 3개의 은닉층을 거쳐 reshape 해주었다[8][9]. 은닉층을 거칠 때 활성화 함수는 relu 함수를 사용하며 dense를 설정한 후 결과 값을 획득하였다. 또한, 근처 픽셀과 영향을 주고 받는 Convolution 과정을 통해 지역간의 연관성을 반영한 수치로 변환하여 사용하였다[10].

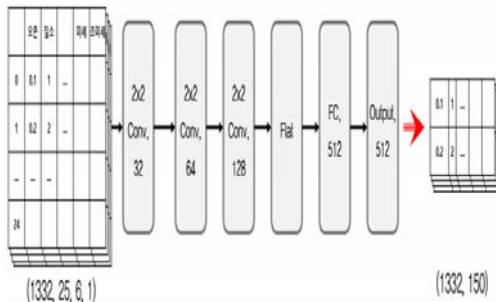


그림 1. CNN 처리 과정  
Figure 1. CNN Processing

### 2.2.2 RNN

2.2.1에서 획득한 결과는 RNN 과정을 거쳐 최종적인 미세먼지 수치의 예측치로 사용된다[11]. CNN으로 얻은 이미지는 feature의 sequence로 변환하는 전처리 단계를 거친다[12]. 전처리를 거치게 되면 시계열 데이터로 변하게 되는데 이 시계열 데이터에서 패턴을 인식하는 DBLSTM(Deep bidirectional Long Short-Term Memory) 방식을

통해 미세먼지 수치의 예측치를 계산해 낼 수 있다[13].

## 3. 마스크 지급 앱 시스템

### 3.1 시스템 구조

마스크 지급 앱 시스템은 <그림 2>와 같이 구성된다. 마스크 지급 앱 시스템은 관리를 위하여 사용자를 일반 사용자와 관리자로 구분하였다. 따라서 시스템은 크게 일반 사용자 어플리케이션, 관리자 어플리케이션 그리고 관리자 웹 화면으로 구성된다. 사용자 어플리케이션과 관리자 어플리케이션은 Android를 이용하여 구현하였으며 관리자 웹은 jsp를 이용하여 구현하였다.

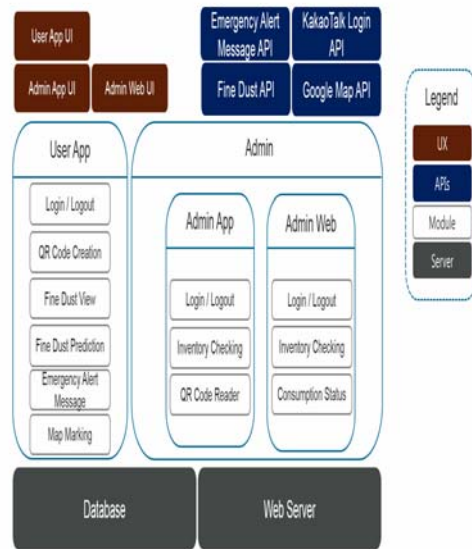


그림 2. 시스템 아키텍처  
Figure 2. System Architecture

사용자 어플리케이션과 관리자 어플리케이션, 관리자 웹을 구분하기 위하여 각각의 UI를 별도로 구

성하여 구현하였으며, 전체 시스템 구현을 위하여 재난문자 API(Application Program Interface), 카카오톡 로그인 API, 미세먼지 수치 API, 구글 지도 API를 사용하였다.

또한, 사용자 어플리케이션, 관리자 어플리케이션 및 관리자 웹을 데이터베이스와 웹서버와 연동하기 위해서는 먼저 구축된 시스템 데이터베이스에 사용자 개인 정보, 지급소 정보 및 UID가 필수로 저장되어야 하기 때문에 안드로이드에서 사용하는 기본키인 UID를 활용하여 데이터베이스에 접근해 데이터를 불러오고 수정할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 어플리케이션과 웹 페이지를 통합적으로 관리할 수 있도록 데이터베이스는 Firebase를 사용하였다[14-16].

### 3.2 사용자 어플리케이션



그림 3. 메인 화면  
Figure 3. Main Screen

<그림 3>은 개발한 시스템 중 사용자 어플리케이션의 메인 화면이다. 사용자 어플리케이션의 메

인 화면은 사용자 개인 정보가 담겨져 있는 QR 코드를 볼 수 있는 화면, 구글 맵과 연동되어 현재 위치와 지급소의 위치, 거리 안내를 해주는 화면 그리고 현재의 미세먼지의 수치와 미세먼지 예측 수치를 볼 수 있는 화면으로 구성되어 있다.

사용자 어플리케이션의 메인 화면은 카카오톡 API를 사용하여 구현하였다. 카카오톡 API는 권한 허용을 통해 프로필, 이메일, 성별, 생일 등에 관련된 정보를 자동으로 받아들 수 있다. 이러한 장점 때문에 카카오톡 UID를 Primary Key로 사용하여 데이터베이스에서 사용자를 관리할 수 있다.

사용자 어플리케이션의 메인 화면에서 보이는 QR 코드 메뉴는 카카오톡 로그인시 사용하는 이메일 정보를 불러와서 이메일을 ID로 변환시킬 수 있도록 하였다. 즉 이메일에 포함되어 있는 문자열 중 @와 .com을 제외하고 “아이디-사이트” 형식으로 조합하여 생성된 정보를 데이터베이스로 전송 및 저장할 수 있도록 하였으며, 이를 위하여 구글 오픈소스 라이브러리 zxing을 사용하였다 [17-19].

사용자 어플리케이션의 메인 화면에서 보이는 지도 메뉴는 GPS 사용 권한을 요청한 후 승인을 하면 <그림 4>와 같이 구글 지도 API와 연결되어 현재 위치가 출력되게 하였다[20]. 지도에 마킹되어있는 등록된 마스크 지급소의 위치를 보고 현재 남은 재고량과 해당 지급소의 전화번호를 확인할 수 있게 하였다. 또한 지도 우측 하단에 있는 길 안내 버튼을 누르면 해당 위치로 구글 지도 길 안내 서비스가 자동으로 연결될 수 있도록 하였다.

사용자 어플리케이션의 메인 화면에서 보이는 미세먼지 메뉴는 <그림 5>와 같이 사용자의 현재 위치를 기준으로 사용자가 있는 곳에 대한 주소 정보(시, 구, 동)을 보여준다. 또한, 현재 위치에 미세먼지 측정소가 존재한다면 미세먼지 수치와 초미세먼지 수치를 보여줄 수 있도록 구현되어 있다

[21]. 만일 측정소가 존재하지 않으면 미세먼지 수치와 초미세먼지 수치는 보여지지 않는다.

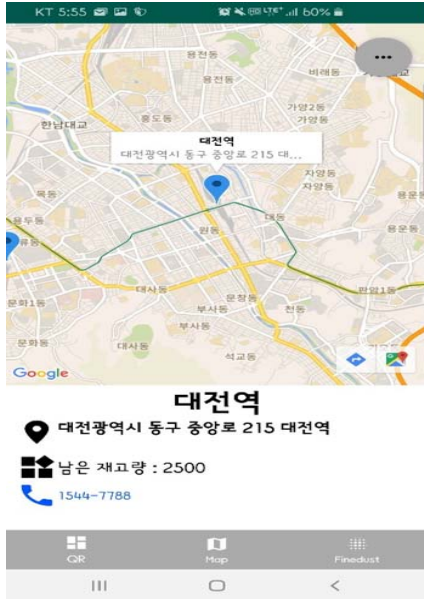


그림 4. 지도 화면  
Figure 4. Map Screen

아울러, 사용자 편리성을 제공하기 위해 콤보 박스를 통하여 원하는 지역의 현재 미세먼지 수치와 24시간 후의 미세먼지 수치의 예측치를 볼 수도 있게 하였다. 현재 미세먼지 수치는 공공 데이터 포털사이트에 있는 미세먼지 데이터를 파싱하여 데이터베이스에 저장한 후 화면에 출력하였다.

또한, 24시간 후의 미세먼지 수치는 데이터베이스에 저장된 데이터들을 로드하여 데이터 전처리 후 CNN과 RNN 학습 과정을 거쳐 예측된 미세먼지 수치를 화면에 출력할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 공공 데이터포털 사이트에서 제공하는 미세먼지 관련 정보 내역을 확인하여 가장 최근에 발생한 미세먼지 주의보 및 정보 내역도 출력할 수 있도록 하였다.



그림 5. 미세먼지 화면  
Figure 5. Fine dust Screen

### 3.3 관리자 어플리케이션



그림 6. QR 스캔 화면  
Figure 6. QR Scan Screen

관리자 어플리케이션은 <그림 6>과 같이 QR 스캐너를 이용한 마스크 지급 가능 여부 확인과 재고량 관리 및 통계를 확인하기 위해서 사용할 수 있다. 관리자 어플리케이션은 회원가입 후 본인이 관리하는 마스크 지급소의 이름과 주소, 마스크 재고량, 전화번호를 입력하면 된다.

<그림 6>과 같은 관리자 어플리케이션의 메인 화면에서 보이는 QR 스캐너의 기능은 일반 사용자가 QR 코드를 제시하면 QR 코드에 저장되어있는 “아이디-사이트” 형식의 카카오톡 UID를 읽어온 후 데이터베이스에 저장되어있는 사용자의 이름, 나이, E-mail, 성별, 마스크 지급 가능 여부에 대한 정보를 간단히 확인할 수 있도록 하였다[22]. 지급 가능여부에 따라 지급 완료 버튼을 눌러 마스크 지급 완료를 간단히 처리 할 수 있도록 하였다.

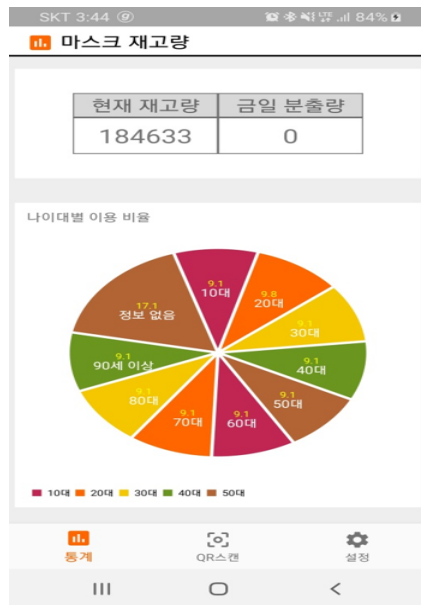


그림 7. 마스크 재고 화면  
Figure 7. Mask Inventory Screen

또한, 마스크 지급이 완료되면 마스크 재고량에 자동으로 반영이 되도록 하였다. <그림 7>과 같이

현재 재고량과 금일 분출량을 표를 통하여 시각적으로 확인할 수 있도록 하였으며, 당일 분출량에 따른 나이대별 이용 비율도 원형 차트를 통해 확인할 수 있도록 하였다.

### 3.4 관리자 웹

관리자 웹은 관리자 어플리케이션과 동일한 계정을 사용하며 관리자 어플리케이션에서 간단하게 보여주었던 재고량과 분출량을 보다 자세하게 확인할 수 있다.

또한, 본인이 담당하고 있는 마스크 지급소의 마스크 분출량, 연도별 통계 및 월별 통계를 그래프와 표를 통해 시각적으로 쉽게 확인할 수 있도록 하였다. 본인이 담당하고 있는 지급소의 재고량 또한 관리자 웹에서 추가, 삭제 및 수정할 수 있도록 하였으며, 마스크 지급에 관련한 모든 통계 정보는 Firebase를 사용하여 관리할 수 있도록 하였다.

## 4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 미세먼지 경보 발령 시 또는 미세먼지 수치를 예측하여 미세먼지 수치가 높은 경우 지역주민들이 마스크를 가장 가까운 위치에서 편리하게 지급받을 수 있도록 해주는 마스크 지급 앱 시스템을 개발하였다.

미세먼지 수치를 예측하기 위한 테스트 값의 Loss는  $\sum(H(x_i) - y_i)^2$  로 설정하였고 Optimizer는 Adam 함수를 사용하였으며 Learning Rate는 0.001로 설정하였다. 미세먼지 예측 테스트 결과 실제 수치와 예측 수치가 비슷한 형태의 그래프가 만들어지는 것을 확인할 수 있었다.

학습시 필요한 더 많은 데이터를 추가하여 예측할 경우 정확도는 더욱 상승할 것이다. 즉, CNN 과정에서 Convolution Layer를 더 추가하고

Learning Rate를 조정하면 예측 정확도는 더욱 상승할 것이다.

또한 개발한 마스크 지급 앱 시스템을 구성하고 있는 사용자 어플리케이션, 관리자 어플리케이션, 관리자 웹은 각각의 UI를 이용하여 서버와 데이터베이스에 잘 연동되어 운영되는 것을 확인할 수 있었다.

향후 질병정보와 감기나 독감과 같은 다양한 유행성 질병 데이터를 확보하여 추가적인 기능 보완이 계속 이루어질 것이며, 대기 오염이 급작스럽게 심각해지는 경우와 예측 할 수 없는 갑작스런 미세먼지 변동 상황이 발생했을 경우에도 미세먼지 수치를 더욱 정확히 예측할 수 있도록 알고리즘의 지속적 개선이 필요하다 .

## References

- [1] B-C. So, *A study on the improvement of legislation for the response of climate change and the creation of a comfortable air environment: focusing on fine dust*, 2018.
- [2] Y-M. Cho, and Y-C. Hong, *The health effects of fine dust and the role of the Korean medical association*, Medical Policy Forum, Vol. 12, No. 2 , pp. 32-36, 2014.
- [3] M-H. Lee, M-H. Park, and J-H. Kim, *IoT-based air quality platform; KT air map Korea project case*, Journal of the Korean Society for Atmospheric Environment's Academic Conference, pp. 86-86, 2019.
- [4] K-W. Cho, Y-J. Jung, J-S. Lee, and C-H. Oh, *Separation prediction model by concentration based on multilayered perceptron to improve accuracy of fine dust prediction*, Collection of dissertations from the General Conference of the Korean Society of Information and Communication, Vol. 23, No. 2, pp. 658-660, 2019.
- [5] H-Y. Kwon, and Y-S. Koo, *Dust alert system using neural-network-based models*, Journal of Academic Presentation of the Multimedia Association of Korea, pp. 592-595, 2003.
- [6] J-W. Cha, and J-Y. Kim, *Development of data mining algorithm for the implementation of fine dust numerical prediction model*, Journal of the Korean Association of Information and Communication Studies Vol. 22, No. 4, pp. 595-601, 2018.
- [7] E-J. Lee, *Basic and applied studies of CNN and RNN*, Broadcasting and Media, Vol. 22, No. 1, pp. 87-95, 2017.
- [8] N. K. Manaswi, and S. John, *Deep Learning with Applications Using Python*, Apress, pp. 97-104, 2018.
- [9] S-M. Ahn, *A study on the model and application of Deep learning and intelligence information*, Vol. 22, No. 2, pp. 127-142, 2016.
- [10] O-S. Kwon, *Design of convolution neural network based on solar energy and enhancement of number recognition*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 14, No. 1, pp. 93-101, 2019.
- [11] C-J. Kim, J-H. Jeong, C-W. Jo, and J-K. Yoo, *A performance evaluation analysis of product recommendation techniques*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 14, No. 5, pp. 515-525, 2019.
- [12] C. Liu, W. Sun, W. Chao, and W. Che, *Convolution neural network for relation extraction*, International Conference on advanced data mining and Applications, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 231-242, 2013.
- [13] S-Y. Lee, and K-J. Lee, *Pattern classification model design and performance comparison for data mining of time series data*, Journal of

Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 21, No. 6, pp. 730-736, 2011.

[14] Y-R. Han, S-H. Yang, and W-G. Hong, *A study on the use of Firebase's real-time database by Google, the latest information and communication technology*, Journal of Conference of the Korean Telecommunications Society, pp. 1272-1273, 2017.

[15] C. Khawas, and P. Shah, *Application of Firebase in Android app development-a study*, International Journal of Computer Applications, Vol. 179, No. 46, pp. 49-53, 2018.

[16] N. Chatterjee, S. Chakraborty, A. Decosta, and A. Nath, *Real-time communication application based on Android using Google Firebase*, International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies, Vol. 6, Issue. 4, 2018.

[17] O. Dospinescu, and A. David, *From local data to Global Information Using Zxing library in Android*, The 6th International Conference on Globalization and Higher Education in Economics and Business Administration-GEBA, pp. 538-542, 2012.

[18] K. H. Pandya, and H. J. Galiyawala, *A survey on QR codes: in context of research and application*, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Vol. 4, Issue. 3, pp. 258-262, 2014.

[19] S. Tiwari, *An introduction to QR code technology*, International Conference on Information Technology(ICIIT), IEEE, 2016.

[20] J-H. Kim, J-E. Lee, S-M. Im, and H-M Park, *Real-time air pollution information mobile application program using mash-up of public DB and map API*, Journal of Academic Presentation of the Multimedia Association of Korea, pp. 372-375, 2010.

[21] Y-S. Koo, *Superfine dust components and contributions*, Symposium and Academic Conference

on Environmental Toxic Health, pp. 28-50, 2014.

[22] M-Y. Bae, D-J. Cho, and H-K. Lim, *Performance analysis of QR code scanners for a variety of uses*, Journal of Academic Presentation of the Korean Society of Information Sciences, pp. 435-437, 2013.

---

## 미세먼지 측정에 기반을 둔 마스크 지급 앱 시스템

김중근<sup>1</sup>, 구지혜<sup>2</sup>, 허용도<sup>3</sup>

<sup>1</sup>건양대학교 의료IT공학과 학생

<sup>2</sup>건양대학교 의료IT공학과 학생

<sup>3</sup>건양대학교 의료IT공학과 교수

---

### 요 약

최근 들어 미세먼지 수치 급증에 따른 다양한 해결책이 제시되고 있다. 그러나 현재까지 개발되거나 연구되고 있는 인공강우, 대형 공기청정기와 같은 기술들은 모두 실현 가능성이 부족하다는 단점을 가지고 있다. 오히려 이번 코로나 사태를 계기로 더욱 그 중요성과 편리성을 알게 된 마스크를 사용하는 것이 국내 미세먼지 대책 중 가장 실현 가능한 방안 중 하나로 대두되고 있다. 이에 본 논문은 국민들에게 효율적이고 편리하게 마스크를 지급 또는 구입할 수 있도록 해주는 앱 시스템 개발을 목표로 하였다. 또한, 개발된 앱 시스템을 통하여 미세먼지와 같은 재난 정보가 발생하면 실시간으로 사용자가 알 수 있도록 해주는 대응체계를 구축할 수 있도록 하였다. 즉, 미세먼지 재난 정보가 발생하면 해당 지역의 미세먼지 정보를 핸드폰 앱을 이용하여 실시간으로 바로 확인할 수 있도록 하였다. 개발된 앱 시스템은 미세먼지 정보가 발생하면 QR 코드 발급이 활성화되고 어플리케이션 내 지도 맵을 통하여 현재 위치에서 가장 가까운 마스크 지급소의 위치, 전화번호, 마스크 재고량 등을 실시간으로 확인할 수 있다. 사용자에게 마스크가 지급되면 마스크 지급소는 해당 지급소 데이터베이스의 마스크 관련 데이터를 실시간으로 수정 가능하며 웹페이지와 관리자 전용 어플리케이션에서는 마스크 관련 다양한 통계를 실시간으로 바로 확인할 수 있다. 향후 질병정보와 감기나 독감과 같은 다양한 유행성 질병 데이터를 확보하여 추가적인 기능 보완이 계속 이루어질 것

---



이며, 미세먼지 수치를 더욱 정확히 예측할 수 있도록 알고리즘의 지속적 개선도 이루어 질 것이다.

---



**Jung-Keun Kim** received the bachelor's degree in the Department of Medical Information Technology Engineering from the Konyang University in 2019.

*E-mail address:* 13615012@konyang.ac.kr



**Ji-Hye Koo** received the bachelor's degree in the Department of Medical Information Technology Engineering from the Konyang University in 2020.

*E-mail address:* 16615002@konyang.ac.kr



**Yong-Do Her** received the bachelor's degree in the department of mathematics from Korea University in 1986.

He received the M.S degree and Ph.D degree in the department of mathematics from Korea University in 1988 and 1993, respectively. He has been a professor in the department of medical information technology engineering at Konyang University since 1992.

*E-mail address:* ydher@konyang.ac.kr