

# IoT 장치에서 메모리 용량 제한을 고려한 멀티미디어 콘텐츠 설계 기법

손경아\*

## A Design Scheme for Multimedia Contents Considering Memory Constraints in IoT Devices

Kyung A Son\*

\*Research professor, UNIST Innovative Education Center, Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST), Ulsan, 44919 Korea

### 요 약

동영상이나 음성을 포함하는 멀티미디어 정보는 사람들이 쉽게 이해 가능하다는 점에서 활용도가 높다. 이러한 이유로 멀티미디어 정보를 저장한 IoT 장치가 스마트폰과 연동하여 정보를 전달하는 응용들이 연구되었다. 문제는 동영상이나 이미지 등으로 인해 정보의 크기가 IoT 장치의 용량보다 커질 수 있다는 것이다. 본 논문에서는 IoT 장치 처럼 저장용량에 한계가 있는 경우, 저장 용량의 한계를 고려한 멀티미디어 콘텐츠 설계 기법을 연구하였다. 동영상 이 문자보다 정보 이해도가 높은 반면 용량은 크다는 점을 고려하여 정보 이해도와 용량 간의 해법을 구하는 것이다. 정적미디어와 동적미디어의 크기를 변수로 하고 선형 계획법에 의거하여 해를 풀이한다. 사례 연구를 통하여 본 논문의 설계기법이 유용함을 보였다.

### ABSTRACT

Multimedia information, including video and voice, is highly utilized in that it is easily understood by people. For this reason, applications have been studied which store multimedia information in IoT devices and transmit information in conjunction with smartphones. The problem is that the size of information can be larger than the capacity of IoT devices due to video and image. In this paper, the multimedia content design technique, which takes into account the limitations of storage capacity, was studied when there is a limit of storage capacity. Considering that the video has a higher understanding of information than text, while the capacity is larger, the solution between information comprehension and capacity is sought. The size of static and dynamic media is a variable and the harm is solved in accordance with the linear planning method. Case studies have shown that the design techniques of this paper are useful.

키워드 : 멀티미디어 콘텐츠, IoT 장치, 메모리 한계, 선형계획법, 콘텐츠 설계

Keywords : Multimedia contents, IoT devices, Memory constraints, Linear programming, Contents design

Received 7 November 2020, Revised 9 November 2020, Accepted 9 November 2020

\* Corresponding Author Kyung A Son (kasohn@unist.ac.kr Tel:+82-52-217-4105)

Research professor, UNIST Innovative Education Center, Ulsan National Institute of Science and Technology(UNIST), Ulsan, 44919 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.11.1463>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

멀티미디어 정보는 텍스트, 이미지, 동영상, 사운드, 애니메이션으로 구성되며 정보의 이해도가 우수하나 데이터 크기가 크다는 단점을 갖는다[1]. 컴퓨터 및 통신이 발달함에 따라 대용량 멀티미디어 콘텐츠 활용이 가능해졌으나 메모리 크기가 적은 IoT 장치 등에서는 멀티미디어 콘텐츠의 활용이 제한된다[2,3].

산업현장(재난, 재해, 응급, 전투 등)에서 통신 장애 등의 긴급대응 상황이 발생한 경우 멀티미디어 정보를 저장한 응급 대응 매뉴얼은 활용도가 증가하는 추세이다. 실제로 제주공항 관제시설에서 통신 장비의 고장으로 인하여 관제가 마비된 경우[4], 현장에서 즉시 지원되는 응급대응 매뉴얼이 있었다면 좀 더 쉽게 고장을 극복할 수 있었을 것으로 분석되었다.

대부분의 항공 및 군용장비의 정비 매뉴얼은 단순 텍스트 형식이라서 즉각적인 대응이 어려운 상황[5-7]이 발생한다. 이러한 문제를 해결하는 방안으로 증강현실 기술을 바탕으로 자동차 정비 매뉴얼[8]을 지원하는 경우도 있으나 산업현장과 같이 통신 인프라가 붕괴된 경우에는 동작하지 못한다.

통신이 지원되지 않는 상황에서 동작 가능한 스마트 메모리 태그가 제안되었다[9]. 스마트 메모리 태그는 NFC 태그에 플래시 메모리를 부착하여 매뉴얼과 같은 문서를 저장해 두었다가 사용자가 태그를 스캔했을 때, 그 문서를 블루투스로 사용자 스마트폰에 전달하는 방식으로 동작한다. 통신 인프라를 사용하지 않기 때문에 전투 현장이나 재난/재해 현장에서 활용이 가능하다. 하지만 구체적인 내용이나 목표에 따른 콘텐츠의 설계에 대하여서는 고려하지 않았다.

문제는 멀티미디어 콘텐츠 개발 시에 최종 결과물이 IoT장치의 메모리 제약조건을 만족해야 한다는 것이다. 이를 해결하는 방법으로서 멀티미디어 콘텐츠 개발 초기 단계(스토리 보드 단계)에서 메모리 용량 제한을 설정하고 이를 만족하는 각 모노미디어의 콘텐츠 용량을 미리 도출하여 이를 기반으로 콘텐츠를 설계하는 방법을 제시한다.

본 논문에서는 멀티미디어 콘텐츠의 메모리 용량과 각 모노미디어의 활용량을 개수화한 선형 방정식의 해를 구하는 것으로서 문제를 모델링한다. 선형 방정식의 해를 구하는 문제는 선형계획법[10]을 활용하며 이의

해를 기반으로 스토리보드를 제작하는 형태이다.

본 연구에서 제시한 멀티미디어 콘텐츠 설계 기법이 메모리 용량의 제한을 고려한 멀티미디어 콘텐츠 개발에 적절하다는 것으로 확인하기 위해 메모리 태그[9]에 저장되는 멀티미디어 콘텐츠의 사례를 분석하였다. 이를 통해 최적의 동적미디어와 정적미디어의 개수를 제시하였다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 현장형 멀티미디어 콘텐츠

2015년 12월 제주공항 관제시설 통신장애가 발생하여 항공기 관제가 마비되었다. 당시 복구에 투입된 한국공항공사 직원들은 엉뚱한 장치만 손보다가 시간을 허비하였고 매뉴얼 해석의 어려움이 처리지연의 주요 원인으로 파악되었다[4].

항공 및 군용 장비의 정비는 점검절차 자체가 복잡할 뿐만 아니라 전문용어의 사용과 각 절차의 구체적인 설명 부족으로 인해 매뉴얼만으로는 즉각적인 대응이 쉽지 않은 것이 현실이다[5]. 매뉴얼 내용을 기억하는 평균기억률도 멀티미디어를 활용하고 참여하는 경우가 월등히 높은 것으로 파악되었다[6].

원자력 발전소 장치의 대부분은 유지보수 절차가 복잡하고 이를 다룰 수 있는 전문가 또한 한정되어 있어 실시간 유지보수가 어렵다[7]. 자동차 사용법 매뉴얼을 증강현실 콘텐츠로 제공하는 연구[8]에서는 스마트폰 앱으로 K9 자동차의 사용자 매뉴얼을 3D 증강현실로 구현하고 이에 대한 사용자 학습 효과를 분석하였다.

다양한 유사한 연구들에서 현장에서 즉시 활용 가능한 매뉴얼의 필요성은 지적되고 있지만 매뉴얼을 획득하는 과정에서 유선이든 무선이든 인터넷에 접근한다는 점은 실질적인 실용화를 위한 커다란 장애가 된다. 전투 현장이나 재난/재해 현장에서는 인터넷에 접근할 수 있는 통신 인프라가 붕괴됐다고 가정하는 것이 현실적이기 때문이다.

### 2.2. 스마트 메모리 태그

QR/NFC 태그는 다양한 분야에서 활용되고 있다. 그러나 읽기 기능 외에도 쓰기 기능을 사용하는 다양한 응용이 요구된다. 예를 들어 주기적인 현장 방문이 필요한

장소에 부착된 NFC 태그에 사용자의 식별자를 저장하면 현장 방문의 증거로 활용할 수 있다. 또한, 약속 장소에 늦게 도착했을 때 친구의 메모를 태그에서 확인할 수도 있을 것이다.

NFC 태그와 플래시 메모리를 결합하여 쓰기 기능을 추가한 스마트 메모리 태그가 제안되었다[9,11]. 메모리 태그는 그림 1에서 볼 수 있는 것처럼 NFC 태그, MCU, 플래시 메모리, 블루투스 모듈, 배터리로 구성되며 사용자의 스마트폰과 블루투스로 연동한다. 메모리 태그를 터치하면 블루투스 연동 정보 등을 넘겨받아 자동으로 연결한다. 메모리 태그에 저장되어 있던 웹페이지가 스마트폰에 전송되고, 웹페이지의 지정된 기능을 수행한다. 메모리 태그는 배터리로 동작하므로 전력 소모를 최소화하는 작업이 필요하다.

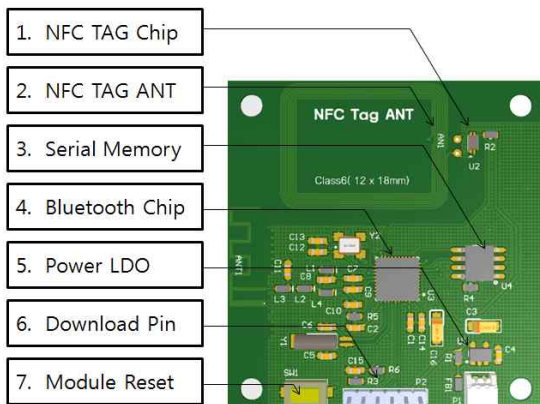


Fig. 1 Manual Management Module[9]

### 2.3. 선형계획법

생산 공장에서는 제한된 원료와 인력으로 어떤 상품을 얼마나 생산한다면 이익을 최대화할 수 있을 것인가 하는 것이 문제가 된다. 이러한 문제의 특징은 다수의 변수가 다수의 선형 방정식으로 구성되고 이들 간에 다수의 제약조건을 갖는다는 것이다. 이러한 문제들을 선형계획법으로 풀 수 있다[10].

마찬가지로 동영상, 사운드, 애니메이션, 문자, 이미지 등의 멀티미디어 콘텐츠를 설계하는 과정에서 메모리 용량의 한계를 만족하면서 정보 이해도를 최대화하는 문제를 선형방정식으로 모델링 할 수 있으며 이의 해를 구하는 것이 본 논문의 목표이다.

## III. 멀티미디어 콘텐츠 용량 분석 모델

### 3.1. 멀티미디어 콘텐츠 설계 절차

멀티미디어 콘텐츠 제작은 아래와 같은 절차[12]를 따른다. 먼저 어떤 멀티미디어 콘텐츠를 제작할 것인지를 기획하고 이에 따른 UI/UX를 설계한다. 그 후 실제 콘텐츠를 제작하고 편집 및 결과 확인 과정을 거쳐 완성한다.

- 1) 멀티미디어 콘텐츠 기획
- 2) UI/UX 디자인
- 3) 콘텐츠 제작
- 4) 편집 및 결과 완료

문제는 멀티미디어 콘텐츠의 제작이 완료된 단계에서 IoT장치의 용량 한계를 넘은 것이 확인되는 경우이다. 그런 상황에서는 기획 단계부터 같은 작업을 반복해야 한다. 본 논문에서는 1)의 단계에서 멀티미디어의 구성 요소인 텍스트, 이미지, 동영상, 사운드, 애니메이션 등의 수량, 각각의 파일 크기, 플레이타임 등을 미리 조정하는 기법을 제안한다.

### 3.2. 데이터 크기와 정보이해도의 관계

용량을 줄이기 위해서 동영상, 이미지, 사운드 등의 크기를 단순히 줄이는 것은 적절하지 않다. 동영상 등의 동적 미디어가 정보이해도 측면에서 우수하기 때문이다. 위급한 상황에서는 동적미디어 콘텐츠를 보고 올바른 응급조치를 취할 수 있는 확률이 높아진다.

매뉴얼 내용을 기억하는 평균기억률[13]은 텍스트를 듣거나(5%) 홀로 읽기(10%) 등의 정적미디어 중심인 경우보다는 듣고 보거나(20%), 시연(30%), 연습(75%), 가르치는(90%) 등의 동적미디어를 활용하고 참여하는 경우가 월등히 높은 것으로 파악되었다. 이 자료에서 텍스트, 이미지 등의 정적미디어의 정보이해도보다 동영상, 애니메이션 등의 동적미디어의 정보이해도가 더 높다는 것을 알 수 있다.

이를 바탕으로 멀티미디어 콘텐츠의 용량과 정보이해도의 관계를 분석할 수 있다. 즉, 동적미디어를 더 많이 사용할수록 정보이해도가 증가하는 반면에 콘텐츠의 용량이 증가하여 IoT 장치의 메모리 제약조건을 위배하게 된다.

그림 2에서는 이러한 분석을 도표로 보여준다. 수평축은 멀티미디어의 데이터 크기를 나타내고 수직축은

정보이해도를 나타낸다. 정보이해도는 0에서 1사이의 값을 가지며 데이터 크기는 정수값이다. 그림에서 빨간 빗금 부분은 정보이해도가 그 이상이어야 하고 데이터 크기는 그 이하여야 한다는 영역을 표시한다.

그림 2에서 3개의 선이 표시돼 있는데 각각 동적미디어만 사용한 경우, 동적미디어와 정적미디어의 혼합인 경우, 정적미디어만 사용한 경우를 보여준다. 정적미디어만의 경우 데이터 크기가 작아도 정보이해도가 증가하지만 이는 한계 이상을 넘지 못한다. 반대로 동적미디어만의 경우는 데이터 크기가 급격히 증가하면서 정보이해도가 따라 증가한다.

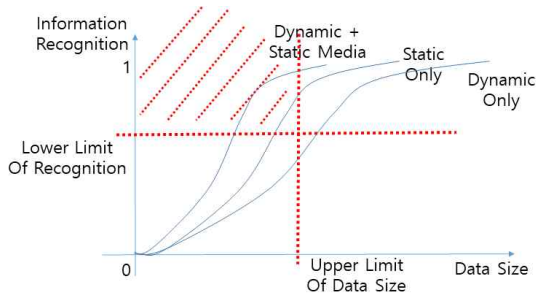


Fig. 2 Relation between contents capacity and information recognition power

3.3. 선형계획법 모델

멀티미디어 콘텐츠는 크게 정적미디어와 동적미디어로 나누는데 동적미디어는 미디어에 시간 개념이 내재된 것이고 정적미디어는 그렇지 않은 것이다. 동영상, 사운드, 애니메이션 등이 동적미디어에 속하고 문자, 이미지 등은 정적미디어에 속한다.

본 논문에서는 정적미디어와 동적미디어의 크기를 기본적인 변수로 설정하고 정보이해도와 전체 데이터 크기를 그 변수의 함수로 설정한다. 이를 수학적으로 모델링하면 아래와 같다.

- R: 정보이해도 함수
- S: 메모리 용량 함수
- d: 변수, 동적미디어 데이터 수
- s: 변수, 정적미디어 데이터 수
- A: 상수, 동적미디어 평균 정보이해도
- B: 상수, 정적미디어 평균 정보이해도
- C: 상수, 동적미디어의 평균 데이터 크기

- D: 상수, 정적미디어의 평균 데이터 크기
- Lower-R: 정보이해도의 최소값
- Upper-S: 메모리 용량의 최대값

이를 바탕으로 아래와 같은 함수를 구할 수 있다.

$$R(d, s) = A \times \text{sig}(d) + B \times \text{sig}(s) \tag{1}$$

$$S(d, s) = C \times d + D \times s \tag{2}$$

$$A + B = 1 \tag{3}$$

함수 R(1)은 정보이해도를 나타내며 0~1사이의 실수 값을 갖는다. sig() 함수는 변수, d와 s가 0~∞ 까지 변할 때 0~1까지의 실수값을 대응해 주는 sigmoidal 함수이다. sigmoidal 함수는 다양한데 본 논문에서는 대수 함수[14]를 활용한다.

3.4. 시그모이드 함수 및 보정

본 논문에서 선정한 시그모이드 함수는 대수 함수 형태인데 대부분의 시그모이드 함수와 마찬가지로 x 값이 2~3 정도만 증가하더라도 1에 근접하는 빠른 증가 속도를 보인다.

본 논문의 x 축은 미디어의 숫자로서 10, 20 이상의 값들을 가지게 되므로 변수값들간의 차별점을 찾을 수 없다. 이를 보정하기 위하여 그림 3처럼 x 값에 log를 취했는데 그 결과, 함수의 증가 속도가 적절해졌다.

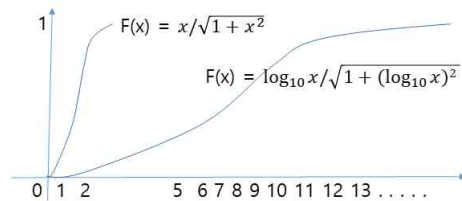


Fig. 3 Comparison between Original Simoid Function and Normalized Sigmoid Function

3.5. 상수의 결정

A와 B는 평균정보이해도를 나타내는데 이 값을 추정하기 위하여 평균기억률[13]을 참고하였다. 응급 상황을 고려하여 시연, 연습, 가르치기 등의 시간을 많이 요구하는 행위는 제외한다. 단순히 매뉴얼을 보거나 듣는 정적인 행위만을 고려하였다. 따라서 문자, 이미지 등의 평균기억률은 7.5로 추정하였고 동영상의 평균기억률

은 20으로 설정하였다. 이에 따라 A는 7.5/27.5, B는 20/27.5으로 설정하였다. A + B = 1이며 이는 평균정보 이해도를 평균적으로 나눈 값이다.

C와 D는 시간 단위라는 관점에서 서로 다르므로 정적미디어에 기본 시간 단위를 가정하여 결정한다. 예를 들어 1문단의 텍스트를 읽을 때 요구되는 시간, 또는 1장의 이미지를 읽을 때 요구되는 시간 등이 기본 단위이다. 본 논문에서는 1문단을 읽는 시간 단위로서 10초로 정하였다. 1장의 이미지의 크기는 320\*240정도의 해상도의 경우 30KB 정도이므로 이를 선정하였다. 동적 이미지의 경우, MPEG4 동영상의 10초 크기는 850KB로 계산되었다.

3.6. 선형계획법 조건식 및 풀이

상기한 분석을 통하여 최종 선형방정식은 아래 식과 같다. 아래 수식 (6)에서 함수 R은 멀티미디어 정보 이해도가 Lower-R(%)보다 커야한다는 것을 의미한다. 수식 (7)에서 함수 S는 그 크기가 Upper-S(KB)보다 작아야한다는 것을 의미한다. R과 S를 동시에 만족하는 d와 s를 찾는 것이 목표이다.

$$R(d,s) = 20/27.5 \times \left( \frac{\log_{10}d}{\sqrt{1 + (\log_{10}d)^2}} \right) + 7.5/27.5 \times \left( \frac{\log_{10}s}{\sqrt{1 + (\log_{10}s)^2}} \right) \tag{4}$$

$$S(d,s) = 850 \times d + 30 \times s \tag{5}$$

$$R(d,s) \geq Lower - R(\%) \tag{6}$$

$$S(d,s) \leq Upper - S(KB) \tag{7}$$

IV. 사례 분석

4.1. 시스템 구성

그림 4는 IoT장치에 저장된 매뉴얼을 응급상황에서 스마트폰에 전달하여 표시하는 체계를 보여준다. 그림의 중앙 하단의 매뉴얼 관리 모듈은 응급 매뉴얼을 저장하며 스마트폰이 QR이나 NFC로 그 모듈을 태그하면 블루투스 통신으로 매뉴얼을 전송한다. 매뉴얼은 스마

트폰의 웹브라우저가 표시하고 사용자가 이를 활용한다. 매뉴얼 관리 모듈은 총 16MB의 메모리를 보유하고 있으며 이중 12MB를 멀티미디어 콘텐츠에 할당하였다.

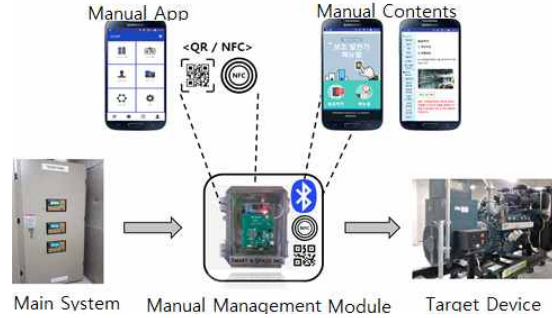


Fig. 4 System Architecture for Online Manual System[2]

그림 5의 왼쪽은 스마트폰 응용의 GUI를 표시하며 오른쪽은 매뉴얼의 메인 표지를 표시한다.



Fig. 5 Smartphone Application and Manual Presentation

4.2. 선형계획법에 의한 해

본 논문의 선형계획법을 활용하려면 정보이해도의 하한선과 멀티미디어 데이터 크기의 상한선을 결정해야 한다. 정보이해도는 응용의 위급성이 클수록 커져서 100 까지 도달할 수 있다. 멀티미디어 데이터의 크기는 IoT장치의 메모리 용량에 따라 가변적으로 결정할 수 있다.

4.1절의 시스템은 위급성이 보통보다 상위 정도로서 정보이해도의 최소값을 75%로 선정(수식 8)하였다. 멀티미디어 데이터의 최대값은 IoT장치가 보유한 메모리 용량에 따라 12,000KB(수식 9)로 정하였다. 또한 정적 미디어의 개수인 s 값을 20 이하(수식 10)로 설정하였는데 이미지나 문단이 20개 이상이 되면 정보이해도가 현저히 떨어질 것으로 분석한 결과이다. 이에 따른 조건식

은 아래와 같다.

$$R(d, s) \geq 0.75(\%) \tag{8}$$

$$S(d, s) \leq 12,000(KB) \tag{9}$$

$$s \leq 20 \tag{10}$$

상기한 선형방정식의 해는 표 1에서 구한 d, s 값 중에서 표 2의 R(d,s) 함수의 조건을 만족하는 d와 s 값을 선정하는 것이다.

**Table. 1** Integer Programming for Information Size

no	d	s	S(d, s)	Comment
1	7	20	6550	Satisfied
2	8	20	7400	Satisfied
3	9	20	8250	Satisfied
4	10	20	9100	Satisfied
5	11	20	9950	Satisfied
6	12	20	10800	Satisfied
7	13	20	11650	Satisfied
8	14	20	12500	Overflow
9	15	20	13350	Overflow

**Table. 2** Integer Programming for Recognition of Information

no	d	s	R(d, s)	Comment
1	7	20	0.685668	Underflow
2	8	20	0.703674	Underflow
3	9	20	0.718315	Underflow
4	10	20	0.730493	Underflow
5	11	20	0.740813	Underflow
6	12	20	0.749691	Underflow
7	13	20	0.757427	Satisfied
8	14	20	0.76424	Satisfied
9	15	20	0.770297	Satisfied

표 1과 표 2로부터 동적미디어의 수는 15, 정적미디어의 수는 20이 최적으로 결정되었다. 그 의미는 이미지와 이를 설명하는 콘텐츠를 20개 정도로 구현하고 동영상은 15 \* 10초, 즉 150초 정도로 구현하면 적절하다는 것이다.

## V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 IoT장치에서 멀티미디어 콘텐츠를 저장할 때 메모리 용량 제한과 정보이해도를 고려한 멀티미디어 콘텐츠 설계 기법을 연구하였다. 멀티미디어 콘텐츠의 메모리 용량과 정적미디어 및 동적미디어의 활용량을 개수화한 선형 방정식을 유도하였으며 선형계획법을 이용하여 해를 구했다. 멀티미디어 콘텐츠를 제작할 때에는 본 연구에서 도출한 최적의 정적미디어와 동적미디어의 개수를 기반으로 설계하고 구현하면 최종 결과물에서 IoT용량의 한계를 최소화할 수 있다.

메모리 태그에 저장되는 멀티미디어 콘텐츠의 사례 분석을 통하여 본 연구에서 제시한 멀티미디어 콘텐츠 설계기법이 메모리 용량의 제한을 고려한 멀티미디어 콘텐츠 개발에 적절하다는 것을 보였다.

본 연구에서 제시한 멀티미디어 콘텐츠에 포함되는 동영상, 이미지 등의 개수는 보편적으로 사용하는 해상도를 기준으로 정보이해도를 고려한 것이므로 실제 콘텐츠 설계 및 제작 시점에는 해상도 등의 변수를 추가적으로 검토할 필요가 있다. 이것은 멀티미디어 정보를 제작하고 전송하는 기술발전과 사용자 제작 환경에 영향을 받을 가능성이 크다. 따라서 본 연구에서 고려한 미디어 개수와 플레이타임을 기반으로 기술적 요소(미디어 해상도, 압축기술 등)는 물론 내용적 요소(콘텐츠 내용 설계, 화면 구성, 상호작용 기법, 내비게이션 등)를 분석하여 멀티미디어 콘텐츠 설계하고 개발하는 후속 연구가 필요하다. 이를 통해 인터넷 통신이 불가능한 현장(정전, 지진 등 재난/재해 현장, 교통사고 등 응급 상황 등)에서 메모리 용량 제한을 극복하면서도 실용성과 활용 가능성이 높은 멀티미디어 매뉴얼이 확보될 것이다.

## REFERENCES

[ 1 ] D. Kwak and H. Kim, *Multimedia System*, KNOU Press, 2018.

[ 2 ] B. Kim and S. Eun, "Design and Implementation of On-line Instruction Manual System," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering* vol. 22 no. 3, pp. 411-417, 2018.

[ 3 ] N. Kwak, Y-S. Yun, J. Jung, S. S. So, and S. Eun, "Data Abstraction in Battlefield Smart Maps Based on QR Tags,"

- Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 23, no. 3, pp. 440-446, 2020.
- [ 4 ] Yonhap News, A Mechanoc og Jeju Airport Wastes of Time for Misguides Maintenance of Air Traffic Communications [Internet], Available: <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2015/12/14/0200000000AKR20151214173400056.HTML>.
- [ 5 ] K. Ahn, J. Kang, J Kwak, Y. Lee, and M. Cho, "Study on Maintainability Prediction Time Application for Aircraft System," *Preceeding of the Korean Society for Aeronautical and Space Science*, pp. 714-744, 2014.
- [ 6 ] B. Kim and S. Eun, "Design and Implementation of On-line Instruction Manual System," *Journal of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 3, pp. 411-417, 2018.
- [ 7 ] J. Cha, J. Shin, and C. Yeom, "A Review on Applicability of Big Data Technology in Nuclear Power Plant," *Transactions of the Korean Nuclear Society Spring Meeting*, Jeju, Korea, May, 2015.
- [ 8 ] J. Won and S. Choi, "The Effects of AR (Augmented Reality) Contents on User's Learning : A Case Study of Car manual Using Digital Contents," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 18, no. 1, pp. 17-23, 2017.
- [ 9 ] Y.S. Yun, S. Ha, K.A. Son, and S. Eun, "A Low Power Consumption Management Scheme Based on Touch & Play for Smart Memory Tags," *IEMEK, Journal of Embedded Systems Applications*, vol. 12, no. 3, pp. 131-138, 2017.
- [10] C. Kim, *Linear Programming*, Dunam Press, 1999.
- [11] N. S. Kwak, S. Eun, K. A. Son, and S. Cha, "Design of Low Power Memory Tag for Storing Emergency Manuals," *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 23, no. 2, pp. 293-300, 2020.
- [12] Y. Choi and S.B. Lim, *Mutimedia Study Plaza 2.0 in IT Convergence Era*, Saengreung Press, 2016.
- [13] The Learning Pyramid [Internet], National Training Laboratories, Bethel, Maine, Available: [https://www.fitnyc.edu/files/pdfs/CET\\_Pyramid.pdf](https://www.fitnyc.edu/files/pdfs/CET_Pyramid.pdf), accessed February, 18, 2020.
- [14] Wikipedia, Sigmoid function [Internet], Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sigmoid\\_function](https://en.wikipedia.org/wiki/Sigmoid_function), accessed in 2020.



손경아(Kyung A Son)

2003년 한양대학교 교육공학과 박사  
 2003년~2014년 한국방송통신대학교 책임연구원  
 2005년~2008년 한양대학교 컴퓨터교육과 겸임교수  
 2014년 국가평생교육진흥원 국정과제추진단 부단장  
 2015년~현재 UNIST U교육혁신센터 연구교수  
 ※ 관심분야: 에듀테크, 멀티미디어, 교육혁신정책 등