

# EPD File Generation System Based on Template for Choosing E-paper Contents Layout

Bong-Ki Son\*

## Abstract

We propose EPD(Electrophoretic Display) file generation system based on template that enable users to choose contents layout for E-paper display. And also we show implementation results that apply the proposed system in digital doorsign management field adopting E-paper display. Template includes information for contents layout which is composed of standard form image to be used as background image, coordinates of area for dynamic data to be inserted, data source about dynamic data, and characteristic data of EPD panel for displaying contents. System administrator registers templates in Forms Server. When user chooses a contents layout, Forms Server automatically generates EPD file for displaying contents in E-paper by using information of the template and sends EPD file into doorsign. Strength of the proposed system lies in reflecting user preference about contents design and adding personal data into E-paper contents by smartphone application.

▶Keyword: E-paper, EPD File, Template, Standard Form, Dynamic Data

## 1. Introduction

전자종이(E-paper)는 백라이트가 필요없는 일종의 반사형 디스플레이(Reflective Display)로서 기존의 종이에 인쇄된 잉크처럼 높은 해상도, 넓은 시야각, 높은 대조비에 의한 우수한 가독성(Readability)을 가지며, 전원을 차단한 후에도 화상이 유지되어 지속적인 에너지 소모없이 전력손실을 최소화할 수 있는 쌍안정성(Bistability), 일반 종이와 같은 유연성(Flexibility) 등의 특성이 있다. 현재까지 전자종이는 풀 컬러 구현이 어렵고, 동작속도가 느려 동영상 구현하는데 한계가 있지만, 배터리 수명이 오래 유지되므로 원가 절감 및 경량화가 가능한 차세대 디스플레이로서 많은 주목을 받고 있다[1-3].

전자종이 구동 방식에는 전기영동(Electrophoresis), 전기습윤(Electrowetting), MEMS(Micro Electro Mechanical System) 등이 있으나, 전기영동법과 마이크로캡슐을 응용한 E-Ink사의 전기영동 디스플레이(Electrophoretic Display: EPD)가 시장에서 가장 널리 채용되고 있다[3]. Fig. 1에서와 같이, EPD는 전류를 흘렸을 때, 마이크로캡슐 내에서 양극이나 음극을 따라 움직이는 검은색과 흰색의 미세한 나노입자를 이

용해 색과 글자, 그림 등을 표시한다[4].

EPD는 출력된 영상 유지에 전력 소모가 없고, 전원 차단 후에도 오랜 기간 동안 영상을 유지할 수 있기 때문에 정지 영상이 주를 이루고, 저전력을 요구하는[4] 전자책(E-Reader)[5], 광고 게시판(Billboards)[6], 전자가격 표시기(Electronic Shelf Label)[7], 스마트 시계(Smart Watch)[8], 공공 교통정보 시스템[9] 등의 분야에 폭넓게 응용되고 있다.

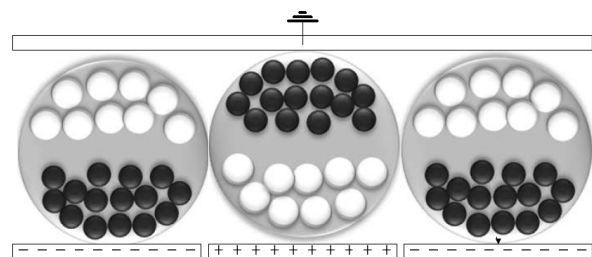


Fig. 1. Black and White Charged Particles in Microcapsules

\*First Author: Bong-Ki Son, Corresponding Author: Bong-Ki Son  
\*Bong-Ki Son (bksohn@seowon.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Seowon University  
• Received: 2018. 10. 15, Revised: 2018. 11. 10, Accepted: 2018. 11. 13.

EPD 응용 시스템에서 전자종이 디스플레이에 게시되는 콘텐츠는 고정 정보, 로고, 배경 그림 등의 정적(Static) 데이터와 데이터베이스 정보 또는 모바일기기에서 직접 입력한 정보와 같은 동적(Dynamic) 데이터를 병합한 이미지이다. 병합된 이미지를 EPD에 출력하기 위해서는 헤더(Header)와 이미지 데이터(Image Data)로 구성되는 특수한 래스터 그래픽 이미지(Raster Graphic Image)인 EPD 파일 형식으로 변환해야 한다. 헤더에는 출력할 EPD 패널의 타입, 해상도, 컬러 뎀스(Color Depth) 등의 특성 정보가 포함되고, 출력 콘텐츠인 이미지 데이터는 연속적인 1-bit Grayscale 값으로 표현된다.

기존 시스템[5-9]은 정보 시스템에서 생성한 콘텐츠를 지정된 EPD에 게시하고, 불특정 다수의 사용자가 콘텐츠를 소비하는 방식으로 콘텐츠 생성에 사용자가 개입할 필요가 없다. 그러나 개인적인 요구를 반영해야 하는 경우에는 고정 정보, 로고, 배경 그림과 같은 정적 데이터의 크기나 배치가 다른 다양한 콘텐츠 레이아웃을 사용자가 선택할 수 있어야 한다[10,11]. 또한, 데이터베이스나 스마트폰 입력 정보 등과 같이 가변 길이를 가지는 동적 데이터가 콘텐츠 레이아웃의 특정 영역 범위에 삽입될 수 있어야 한다. 이를 위해서는 동적 데이터의 양과 영역의 크기에 따라 글자 크기가 자동으로 조정되어야 한다.

이 논문에서는 전자종이 콘텐츠 레이아웃 선택이 가능한 템플릿(Template) 기반의 EPD 파일 생성 시스템을 제안하고, 구현 결과를 보인다. 제안한 시스템에서는 사용자가 선택할 수 있는 콘텐츠 레이아웃 각각에 대해 정적 데이터를 표현한 표준양식 이미지(Standard Form Image), 동적 데이터가 삽입될 영역 크기와 위치를 나타내는 좌표값, 영역에 삽입될 동적 데이터의 소스(Source) 정보, EPD 패널 특성 정보로 구성되는 템플릿을 생성한다.

영역의 좌표값 설정에는 시각적으로 가이드하는 콘텐츠 디자인 이미지(Contents Design Image)와 콘텐츠 샘플 이미지(Contents Sample Image)를 사용한다. 사용자가 선호하는 콘텐츠 레이아웃을 선택하면 템플릿 정보를 기반으로 데이터베이스 또는 스마트폰 입력 정보를 추출하여 표준양식 이미지의 각 영역에 병합한 이미지를 생성한다. 병합된 이미지는 1-bit Grayscale 이미지로 변환되고, 헤더정보를 추가하여 전자종이 출력을 위한 EPD 파일을 생성한다.

적용 가능성을 보이기 위해, EPD 패널을 디스플레이로 채택한 디지털 도어사인 관리에 제안 시스템을 적용하고, 구현 결과를 보인다. 구현 시스템은 콘텐츠 레이아웃을 선택하고 스마트폰을 통해 정보를 입력하는 앱, 템플릿을 기반으로 도어사인 콘텐츠를 자동 생성하여 EPD 파일 형식으로 변환하는 서버, EPD 파일을 수신하여 전자종이에 출력하는 디지털 도어사인으로 구성하여 구현하였다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 구현 시스템에 적용된 전자종이 패널과 EPD 파일 형식에 대해 알아본다. 3장에서는 EPD 기반의 디지털 도어사인 시스템과 EPD 파일 생성 방법을 제안하고, 4장에서는 구현 결과를 보인다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

## II. Related Works

전자종이에 정보를 출력하기 위해서는 Fig. 2와 같이, 정보 시스템에서 생성한 콘텐츠를 EPD 파일로 변환하여 전자종이 컨트롤러(E-paper Controller)로 전송해야 한다. 전자종이 컨트롤러는 패널의 특성 정보를 기반으로 EPD 파일의 이미지 데이터를 순차적으로 전자종이에 출력한다. 이 논문에서는 전자종이와 전자종이 컨트롤러로 Pervasive Display사의 10.2" TFT EPD 패널(EZ102CT01)과 TCM-P102-220을 사용하여 구현하였다[12]. Fig. 3과 Table 1은 10.2" TFT EPD 패널과 TCM-P102-220의 외형과 주요 사양을 나타낸 것이다.

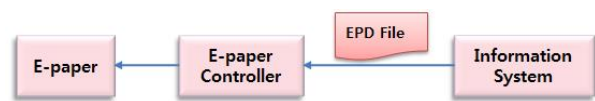


Fig. 2. Flow of E-paper Contents for Displaying



(a) 10.2" TFT EPD Panel (b) TCM-P102-220

Fig. 3. E-paper and Controller

EPD 파일은 특수한 래스터 그래픽 이미지 파일 형식으로 헤더와 이미지 데이터로 구성된다. EPD 파일은 16바이트의 헤더로 시작되고, 헤더에는 Table 2와 같이, EPD 패널의 타입, 해상도, 컬러 뎀스, 픽셀 데이터 형식(Pixel Data Format)에 대한 정보가 연속해서 저장된다. 픽셀 데이터 형식은 원본 이미지를 EPD 형식으로 변환하는 방법으로 패널의 크기에 따라 다르게 인코딩한다[12].

Table 1. Specifications of E-paper and Controller

Components	Model	Specifications	
E-paper Controller	TCM-P102-220	Supply Voltage	2.7~3.3 V
		Features	SPI Interface to host
			1-bit color (B/W)
		Internal image buffer	
E-paper	10.2" TFT EPD Panel	Outline (mm) (H×V×T)	171.76×218.30×1.20
		Active Area (mm)	162.56×203.2
		Resolution (pixel)	1024×1280
		Pixel Pitch	0.159×0.159
		Pixel Density	160dpi

Table 2. Configuration of the EPD Header

Field Name	Size (byte)	Possible Values	Description
panel type	1	0x33	4.41" panel
		0x3A	7.4" panel
		0x3D	10.2" panel
X res	2	0x0109	400 px
		0x01E0	480 px
		0x0400	1024 px
Y res	2	0x012C	300 px
		0x0320	800 px
		0x0500	1280 px
color depth	1	0x01	Image color depth 1-bit (black and white)
image pixel data format	1	0x00	type 0
		0x02	type 2
		0x04	type 4
RFU	9	0x00	Reserved for future use

Fig. 4는 10.2" EPD 패널에 콘텐츠를 출력하기 위해 생성한 EPD 파일의 헤더 정보의 예로서, 1 번째 바이트는 10.2" 패널, 2-5번째 바이트는 1024\*1280의 해상도, 6번째 바이트는 흑백 이미지, 7번째 바이트는 타입 4의 이미지 픽셀 데이터 형식임을 나타낸 것이다. TCM-P102-220는 EPD 파일의 헤더 정보에 따라 4.41", 7.4", 10.2" EPD 패널에 지정된 해상도로 이미지 데이터를 출력할 수 있다. EPD 파일의 이미지 데이터 부분은 원본 이미지의 8 픽셀 정보를 1-bit Grayscale 값으로 인코딩한 바이트가 연속된다. 픽셀 값이 0이면 검은색, 1이면 흰색을 의미한다.

TCM-P102-220는 실제 도킹된 EPD 패널의 타입과 관계없이 수신한 EPD 파일의 헤더 정보에 따라 이미지 데이터를 출력하기 때문에 EPD 파일 생성 시에 EPD 패널 타입과 헤더 정보를 일치시켜주어야 한다.

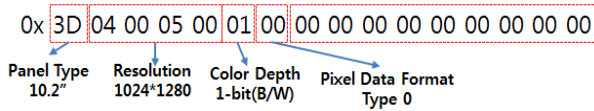


Fig. 4. Example of EPD Header

### III. Digital Doorsign System and EPD File Creation Based on Template

#### 1. Digital Doorsign System Based on EPD

도어사인(Doorsign)은 특정 공간 또는 점유자 정보를 써서 출입구 옆에 붙이는 표찰을 의미한다. 디지털 도어사인 시스템은 이름, 직원, 소속, 공간 식별번호 등과 같이 오랫동안 변경되

지 않는 특성이 있는 정보 표시에 EPD를 적용한 시스템이다 [11]. 또한, 스마트폰을 통해 다양한 도어사인 콘텐츠 레이아웃을 선택하고, Bluetooth 통신 방식으로 콘텐츠를 도어사인으로 전송하여 EPD에 출력할 수 있다.

디지털 도어사인 시스템은 Fig. 5와 같이 폼스 서버(Forms Server), 도어사인 앱(Doorsign App), 디지털 도어사인(Digital Doorsign)으로 구성된다.

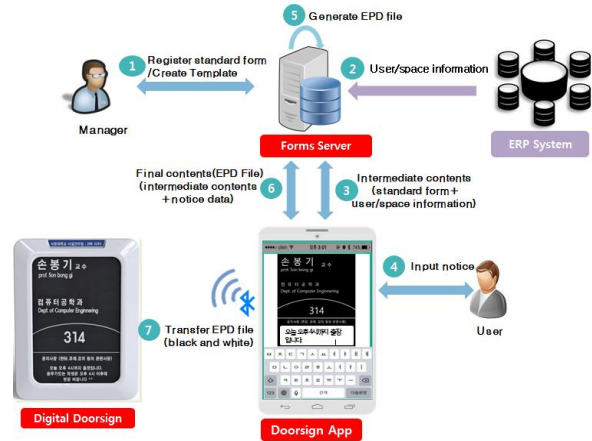


Fig. 5. System Configuration[11]

Fig. 6은 폼스 서버의 구조를 나타낸 것으로, 도어사인 콘텐츠 레이아웃에 대한 템플릿, 설치된 도어사인 및 사용자 정보를 관리하고, 전자종이 출력을 위한 EPD 파일을 자동 생성한다. 관리자는 콘텐츠 레이아웃의 정적 데이터를 표현한 표준양식 이미지를 폼스 서버에 등록하고, 도어사인 사용자의 한글 및 영문 이름, 직급, 부서명 등의 동적 데이터가 삽입될 표준양식 영역의 좌표값과 정보소스, EPD 패널 특성 정보로 구성되는 템플릿을 생성한다.

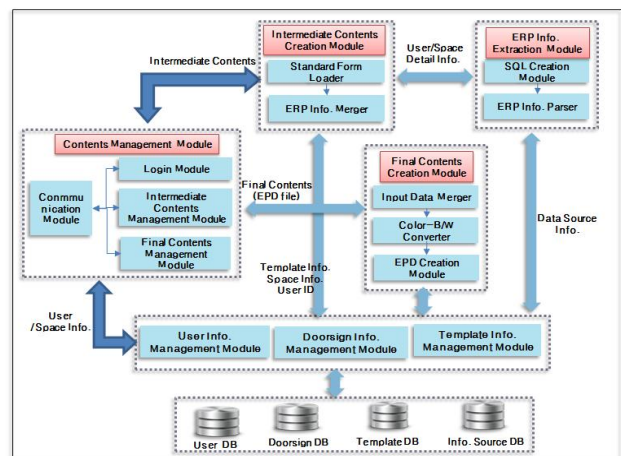


Fig. 6. Architecture of Forms Server[11]

Fig. 7에서와 같이, 사용자가 선택한 도어사인 콘텐츠 레이아웃의 템플릿 정보를 이용해 데이터베이스로부터 추출한 사용자 및 공간 정보를 표준양식 이미지의 정해진 영역에 삽입한 중

간 콘텐츠(Intermediate Contents)와 스마트폰 입력 정보를 중

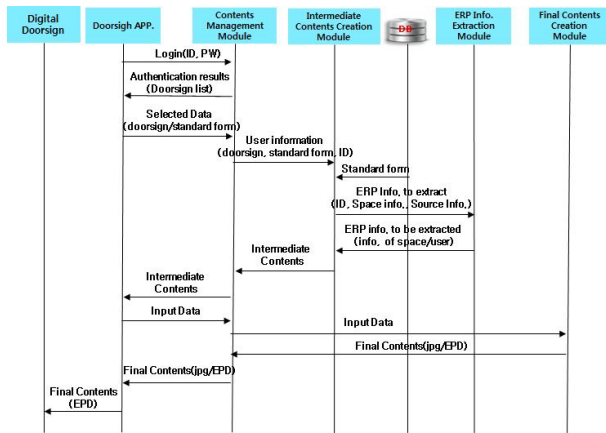


Fig. 7. Sequence Diagram of Displaying E-paper Contents

간 콘텐츠에 추가한 최종 콘텐츠(Final Contents)를 생성한다. 생성된 최종 콘텐츠는 표준양식에 동적 데이터가 병합된 컬러 이미지이기 때문에 1-bit Grayscale 값의 흑백이미지로 변환되고, 출력할 EPD 패널의 특성 정보를 나타내는 헤더를 추가하여 EPD 파일을 생성하여 도어사인 앱으로 전송한다.

사용자는 도어사인 앱을 통해 허가된 도어사인과 콘텐츠 레이아웃을 선택하고, 공지사항을 입력한다. 또한, 폼 서버로부터 수신한 최종 콘텐츠를 확인하고, 전자종이 출력을 위해 EPD 파일을 디지털 도어사인으로 전송한다. 디지털 도어사인의 전자종이 컨트롤러는 수신한 EPD 파일의 헤더 정보에 따라 이미지 데이터를 순차적으로 EPD 패널에 출력한다.

2. Template Generation User Interface in the Digital Doorsign System

대학에서의 공간 유형별 도어사인 콘텐츠는 Table 3과 같은 정적 데이터와 동적 데이터가 병합된 이미지이다. 공간 유형별 콘텐츠 레이아웃은 동일한 정적 또는 동적 데이터의 배치와 크기를 다르게 설정한 것이다. 콘텐츠 레이아웃은 정적 데이터를 표현한 표준양식 이미지, 동적 데이터가 표준양식 이미지에 삽입될 영역 좌표값, 동적 데이터 정보 소스, EPD 패널 특성 정보로 구성되는 템플릿으로 정의한다.

Table 3. Configuration of Doorsign Contents in University

Space Type	Doorsign Contents	
	Dynamic Data	Static Data
lecture room	room number, name (Korean), name(English)	logo, fixed information, background image
laboratory	room number, name (Korean), name(English)	
professor's office	room number, name (Korean), name(English), position, department (Korean), department (English)	
office	room number, name (Korean), name(English)	
conference room	room number, name (Korean), name(English)	

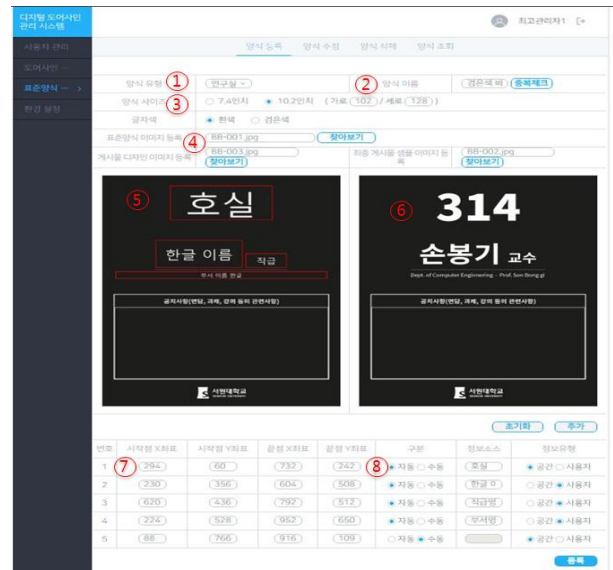


Fig. 8. UI for Generating Template

Fig. 8은 디지털 도어사인 시스템에서의 템플릿 정의를 위한 UI를 나타낸 것이고, Table 4는 UI 구성 요소의 의미를 설명한 것이다. 시스템 관리자는 콘텐츠 레이아웃의 출력 EPD 패널을 설정하고(Fig. 8의 ③), 정적 데이터를 포함하는 표준양식 이미지를 등록한다(Fig. 8의 ④). 또한, 표준양식 이미지에 동적 데이터 삽입 영역 설정을 가이드하기 위한 콘텐츠 디자인 이미지를 등록한(Fig. 8의 ⑤) 후, 빨간색 사각형의 시작 및 끝 좌표를 포인팅하여 좌표값을 설정한다(Fig. 8의 ⑦). 샘플 이미지는 동적 데이터가 삽입된 최종 콘텐츠 예시를 나타낸 것으로 영역 좌표값 설정을 지원한다(Fig. 8의 ⑥). 데이터베이스 정보 등의 동적 데이터는 자동 삽입을 위해 데이터베이스, 테이블, 컬럼명 등의 정보 소스를 설정하고, 스마트폰 입력 정보는 수동으로 삽입될 수 있도록 설정한다(Fig. 8의 ⑧).

Table 4. Items for Defining Template

Index	Item	Description
①	Space Type	lecture room, laboratory, professor's office, office, conference room
②	Name of Standard Form	type of contents layout
③	Size of Standard Form	size of EPD panel type
④	Standard Form Image	image including static data
⑤	Contents Design Image	image which is used in guiding setting area to be dynamic data(same size with Standard Form Image)
⑥	Contents Sample Image	sample image of final contents
⑦	Area Coordinate	coordinate of area to insert dynamic data
⑧	Information Source of Dynamic Data	DB, table, column or input data

3. EPD File Creation Process

사용자가 콘텐츠 레이아웃을 선택하면 폼 서버는 템플릿

정보를 이용해 Fig. 9와 같은 과정을 통해 디지털 도어사인에 출력할 EPD 파일을 생성한다. 먼저 배경이미지로 사용되는 표준양식 이미지를 로딩하고, 동적 데이터를 정보 소스에서 추출하여 삽입할 영역 크기와 데이터 양을 기반으로 글자 크기를 결정한다. 동적 데이터를 표준양식 이미지의 삽입 영역에 병합한 이미지를 생성한다. 이러한 작업은 모든 동적 데이터에 대해 반복하여 최종 콘텐츠를 생성한다.

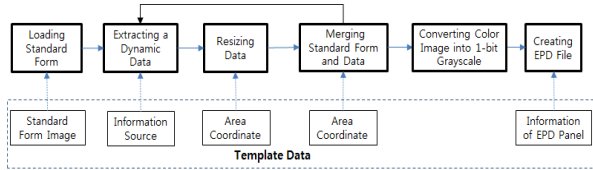


Fig. 9. EPD File Creation Process Using Template Information

표준양식 이미지에 모든 동적 데이터가 병합된 컬러 이미지는 EPD 패널의 컬러 렉스를 맞추기 위해 1-bit Grayscale의 흑백 이미지로 변환한다. 마지막으로 EPD 패널의 특성 정보를 헤더 파일로 구성하고, EPD 패널에 적합한 픽셀 데이터 포맷 타입으로 인코딩한 1-bit Grayscale 값의 이미지 데이터를 결합하여 EPD 파일을 생성한다.

### 3.1 Extracting Dynamic Data and Resizing Data

Table 5는 템플릿의 정보소스를 이용해 동적 데이터를 추출하는 의사코드를 나타낸 것이다. 템플릿의 정보소스에서 데이터베이스와 테이블 정보를 이용해 SQL문의 select와 from절을 생성한다. 특정 공간의 건물명과 호실 정보를 질의하기 위해 매개변수 building\_name과 room\_number로 where 절을 완성한다. 사용자 정보는 user\_ID로 질의하고, 결과는 list 형식으로 반환한다.

가변 길이의 동적 데이터는 템플릿의 삽입 영역 좌표값을 이용해 산출한 영역 크기를 고려해 수식 (1)로 픽셀(Pixel) 단위의 글자 크기를 결정한다. 여기서, 영역의 시작 좌표는  $(x_1, y_1)$ , 끝 좌표는  $(x_2, y_2)$ 이고,  $W_{area}$ 는 영역의 폭,  $H_{height}$ 는 영역의 높이,  $C_{count}$ 는

동적 데이터의 문자 수를 의미한다.  $C_{size}$ 는 영역의 폭을 데이터의 문자 수로 나누어 한 글자가 들어갈 너비를 구한 것이다. 한

Table 5. Pseudo Code for Extracting Dynamic Data

```
list extract_dynamic_data(user_ID, building_name, room_number, flag)
{
    string query="select * from" + DB_NAME + TABLE_NAME;
    if(flag=="S")// in space information
    {
        string space_query = query + "where BUILDING_ NAME="
        +building_name + "and" + "ROOM_ NUMBER=" + room_number;
        list query_result = executeQuery(space_query);
    }
    if(flag=="U")// in user information
    {
        string user_query = query+ "where ID="+user_ID;
        query_result = executeQuery(user_query);
    }
    return query_result;
}
```

글자의 너비가 영역의 높이  $H_{height}$ 보다 큰 경우에는  $H_{height}$ 를 한 글자의 크기  $D_{size}$ 로 결정하고, 그렇지 않은 경우에는  $C_{size}$ 를  $D_{size}$ 로 결정한다. 픽셀 단위의  $D_{size}$ 는 dpi 단위로 변환되어 최종 삽입 글자의 크기로 결정한다. 이러한 이유는 일반적으로 삽입 영역의 높이보다 너비가 큰데, 동적 데이터의 문자 수가 적을 때, 높이를 기준으로 글자 크기를 결정해야 영역을 벗어나지 않게 삽입할 수 있기 때문이다.

$$\begin{aligned}
 W_{area} &= x_2 - x_1 \\
 H_{height} &= y_2 - y_1 \\
 C_{size} &= W_{area} / C_{count} \\
 C_{size} > H_{height}, D_{size} &= H_{height} \\
 C_{size} \leq H_{height}, D_{size} &= C_{size}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

### 3.2 Merging Contents Image

Table 6은 동적 데이터를 배경 이미지로 사용되는 표준양식 이미지와 병합하여 콘텐츠 이미지를 생성하는 알고리즘을 나타내는 의사코드이다. 로딩한 표준양식 이미지의 영역에 대해 정보 소스를 이용해 동적 데이터를 추출한다. 동적 데이터는 삽입 영역의 크기를 고려하여 크기가 결정되고, 좌표값 정보를 이용하여 표준양식 이미지와 병합한 중간 콘텐츠를 생성한다. 이러한 과정을 모든 영역에 대해 반복하여 최종 콘텐츠를 생성한다.

Table 6. Pseudo Code for Merging Dynamic Data and Standard Form

```
jpg create_contents(standard_form)
{
    jpg a_form, intermediate_contents;
    intermediate_contents = load_form (standard_form);
    //loading standard form image
    for(int i=0; i<area number of the standard form ;i++)
    {
        list input_data = extract_dynamic_data(i);
        //extract i-th dynamic data
        area_coordinate=extract_coordinate(standard_form,i);
        // extract coordinate of i-th area
        dpi size=resize_data(area_coordinate, input_data);
        // resize input data
        a_form=merge_form_data(intermediate_contents,
        input_data, size, area_coordinate);
        //merge intermediate contents and dynamic data
        intermediate_contents=a_form;
    }
    return intermediate_contents;
}
```

Fig. 10의 첫 번째 그림은 표준양식 이미지에 호실, 두 번째, 세 번째 그림은 한글 공간이름과 영문 공간이름에 해당되는 동적 데이터를 삽입한 중간 콘텐츠 이미지를 나타낸 것이다. 이와 같이, 템플릿 정보를 이용해 사용자 선택한 콘텐츠 레이아웃에 설정된 대로 콘텐츠를 생성할 수 있다.

### 3.3 Creation EPD File

전자종이 출력을 위한 EPD 파일은 EPD 패널의 특성 정보를



Fig. 10. Merging Standard Form and Dynamic Data

나타내는 16바이트의 헤더와 연속된 1-bit Grayscale 값의 이미지 데이터로 구성된다. 헤더 정보는 템플릿의 EPD 패널 특성 정보를 기반으로 구성한다. Fig. 11은 1024\*1280 해상도를 가지는 10.2" 흑백 EPD 패널에 콘텐츠를 출력하기 위한 EPD 파일의 일부를 나타낸 예이다. 이미지 데이터가 0인 경우는 검은색을 의미하는데, Fig. 11의 이미지 데이터 부분을 살펴보면 콘텐츠가 연속된 검은색으로 시작됨을 알 수 있다.

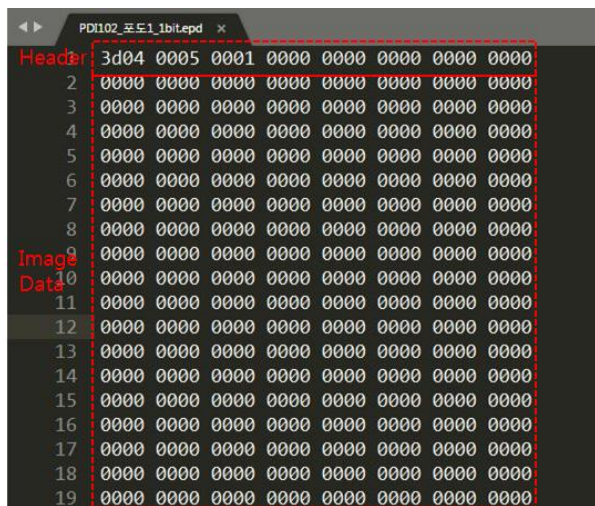


Fig. 11. Example of Header and Image Data in EPD File

EPD 패널의 타입 즉, 크기에 따라 생성되는 EPD 파일의 용량이 Table 8과 같이 달라진다. 대부분의 전자종이 응용 시스템은 무선통신 방식으로 EPD 파일을 전자종이 컨트롤러로 전송하여 EPD에 출력한다. 따라서 EPD 파일의 용량은 전송 및 출력 속도에 많은 영향을 주기 때문에 응용 분야에 따라 적절한 패널 타입을 선택하는 것이 중요하다.

Table 8. EPD File Size of Panel Types

EPD Panel Type	Image Resolution(px)	EPD File Size(bytes)	
		Header	Image Data
4.41"	400×300	16	15,000
7.4"	480×800	16	48,000
10.2"	1024×1280	16	163,840

## IV. Implementation Results

### 1. Implementation Environment

제안한 시스템의 테스트베드는 Fig. 12와 같이, 충북 청주시 소재 대학에 구축하였으며, 시스템의 소프트웨어 구현 환경은 Table 9와 같다. 도어사인 콘텐츠를 출력하기 위한 EPD 패널과 컨트롤러는 Display사의 10.2" TFT EPD 패널(EZ102CT01)과 TCM-P102-220을 사용하여 구현하였다.



Fig. 12. Construction Field of Proposed System

Table 9. Implementation Environment

	OS / WAS	Implementation Language	etc
Forms Server	Windows 7 / Tomcat 9.0	JAVA(JDK 1.8)	MySQL
Doorsign App	Android	Android 5.0 API level 21	
Digital Doorsign		C	

### 2. Implementation Results

Fig. 13은 회의실 공간 유형에 대한 등록된 도어사인 콘텐츠 레이아웃들을 나타낸 것이다. 사용자는 도어사인이 설치된 공간 유형에 따라 선택할 수 있는 콘텐츠 레이아웃이 정해진다. 예를 들어, 도어사인이 회의실 유형의 공간에 설치되어 있다면 Fig. 13과 같은 콘텐츠 레이아웃 중 하나를 선택할 수 있다.

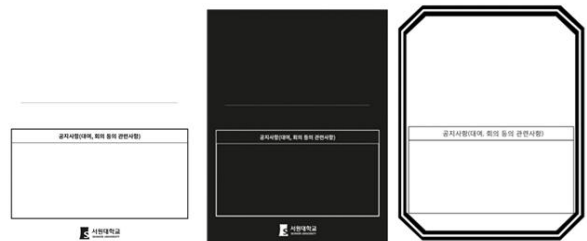


Fig. 13. Contents Layouts of Conference Room Type

Fig. 14는 사용자가 도어사인이 설치된 공간과 콘텐츠 레이아웃을 선택한 후, 템플릿 정보를 이용해 호실, 회의실의 한글 및 영문 이름을 데이터베이스로부터 자동 추출하여 표준양식 이미지와 병합한 중간 콘텐츠를 생성한 결과 화면이다.

Fig. 15는 공지사항과 같이 스마트폰을 통해 입력한 정보를 중간 콘텐츠와 병합해 생성한 최종 콘텐츠를 EPD 파일로 변환

하여 Bluetooth 통신 방식으로 전송하여 EPD에 출력한 결과를 나타낸 것이다.

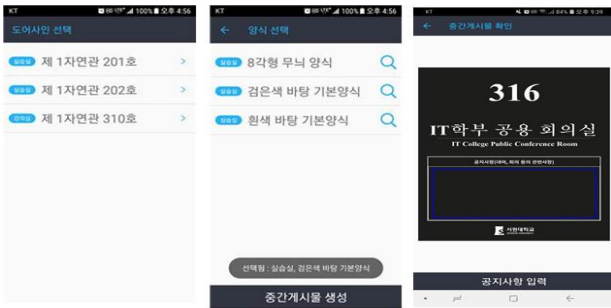


Fig. 14. Created Contents using Template Information



Fig. 15. Contents adding User Input Data and EPD Display Results

Fig. 16은 콘텐츠 레이아웃에 삽입되는 동적 데이터의 양에 따라 동적 데이터의 크기가 자동으로 조정되어 병합된 결과를 나타낸 화면이다.



Fig. 16. Resizing Dynamic Data According to Amount

## V. Conclusions

대부분의 EPD 기반 시스템은 생성한 콘텐츠를 지정된 EPD에 게시하고, 불특정 다수의 사용자가 콘텐츠를 소비하는 방식으로 콘텐츠 생성에 사용자가 개입할 필요가 없다. 그러나 개인적인 요구를 반영해야 하는 경우에는 고정 정보, 로고, 배경 그림과 같은 정적 데이터의 크기나 배치가 다른 다양한 콘텐츠 레이아웃을 사용자가 선택할 수 있어야 한다.

이 논문에서는 전자종이 콘텐츠 레이아웃 선택이 가능한 템플릿 기반의 EPD 파일 생성 시스템을 제안하고, 구현 결과를

보였다. 제안한 시스템에서는 사용자가 선택할 수 있는 콘텐츠 레이아웃 각각에 대해 정적 데이터를 표현한 표준양식 이미지, 동적 데이터가 삽입될 영역 크기와 위치를 나타내는 좌표값, 영역에 삽입될 동적 데이터의 데이터 소스, EPD 패널 특성 정보로 구성되는 템플릿을 생성한다.

영역의 좌표값 설정에는 시각적으로 가이드하는 콘텐츠 디자인 이미지와 콘텐츠 샘플 이미지를 사용한다. 사용자가 선호하는 콘텐츠 레이아웃을 선택하면 템플릿 정보를 기반으로 데이터베이스 또는 스마트폰 입력 정보를 추출하여 표준양식 이미지의 각 영역에 병합한 이미지를 생성한다. 병합된 이미지는 1-bit Grayscale 이미지로 변환되고, 헤더정보를 추가하여 전자종이 출력을 위한 EPD 파일을 생성한다.

적용 가능성을 보이기 위해, EPD 패널을 이용한 디지털 도어사인 관리에 제안 시스템을 적용한 구현 결과를 보였다. 구현 시스템은 콘텐츠 레이아웃을 선택하고 스마트폰을 통해 정보를 입력하는 앱, 템플릿을 기반으로 도어사인 콘텐츠를 자동 생성하여 EPD 파일 형식으로 변환하는 서버, EPD 파일을 수신하여 전자종이에 출력하는 디지털 도어사인으로 구성되어 구현하였다.

제안한 시스템은 콘텐츠 레이아웃에 대한 템플릿 정보를 이용하여 사용자 선호를 반영할 수 있는 EPD 출력 콘텐츠를 생성할 수 있다. 또한, 스마트폰을 통해 입력한 정보를 EPD에 출력할 수 있어 사용자가 콘텐츠 생성해 직접 개입할 수 있는 장점이 있다.

## REFERENCES

- [1] B. Comiskey, J. D. Albert, H. Yoshizawa, and J. Jacobson, "An Electrophoretic Ink for All-printed Reflective Electronic Displays", *Nature*, Vol. 34, pp. 253-255, 1998.
- [2] C. A. Kim, and H. J. Ryu, "Research Trend of the Human Friendly Display-A Reflective Display", *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 28, No. 5, pp. 1-10, 2013.
- [3] S. S. Lee, M. Park, S. H. Lim, and J. K. Kim, "Electrophoresis-based e-Paper Display", *KIC News*, Vol. 13, No. 3, pp. 1-13, 2010.
- [4] P. F. Bai, R. A. Hayes, M. L. Jin, L. L. Shui, Z. C. Yi, L. Wang, X. Zhang, and G. Zhou, "Review of Paper-Like Display Technologies", *Progress in Electromagnetics Research*, Vol. 147, pp. 95-116, 2014.
- [5] S. K. Peruvemba, "Dual-pigment electrophoretic displays for reading textbooks", *Display*, Vol. 2, No. 12, pp. 1226, 2012.
- [6] A. Ho, "Embedding e-paper in smart cards, pricing labels & indicators", *Presentation Conducted at Smart Paper Conference*, No. pp. 15-16, 2006.

- [7] R. W. Zehner, and W. Malcherek, "Tiled displays and methods for driving same", Google Patents, US 20050253777 A1, 2005.
- [8] J. W. Sung, "End of Paper Labels: Emerging Smart Labels Toward Internet of Things", Proceedings of IEEE WF-IoT'15, pp. 216-21, Dec. 2015.
- [8] Y. Wang, Z. Luo, G. Qiu, and G. Zhou, "Design of Smart Watch System Based on E-paper", Proceedings of the 10<sup>th</sup> IEEE-NEMS 2015, pp. 327-330, April, 2015.
- [9] G. Scott, C. Wilson, and G. Tyler, "E-paper Public Transport Information System", Road Transport Information and Control Conference 2014(RTIC 2014), pp. 1-6, Oct., 2014.
- [10] D. S. Rivera, R. Alcarria, D. M. Andres, B. Bordel, and T. Robles, "An Autonomous Information Device with E-Paper Display for Personal Environments", 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics(ICC E), pp. 139-140, Jan., 2016.
- [11] B. K. Son, and J. H. Lee, "Design and Implementation of Digital Doorsign System Based on E-paper Display", Lecture Notes in Electrical Engineering, Vol. 474, pp. 168-173, 2017.
- [12] Pervasive Display, <http://www.pervasivedisplays.com/products/102>.

### Authors



Bong-Ki Son received the bachelor's degree in the department of Computer Science from the Seowon University in 1998. He received the MS degree and the Ph.D. degree in the department of Computer Science from the Chungbuk National

University in 2000 and 2004. He is currently a Professor in the Department of Computer Engineering, Seowon University. He is interested in artificial intelligence, image processing, big data and smart fire fighting system.