

# 유아동 교육 교구를 위한 전자기유도방식을 이용한 2차원 블록인식 장치 개발

유영기\*, 정민혁  
선문대학교 공과대학 정보통신공학과

## Development of Two Dimensional Block Recognition Device using Electromagnetic Induction Method for Early Childhood Education Teaching Aids

Young Kee Ryu\*, Min Hyuk Jeong  
Department of Information and Communication Engineering, Sunmoon University

**요약** 기존의 광학식 방법을 이용한 유아동을 위한 교육 교구에서는 블록의 반사면이 시간에 따라 발색 되어 변하거나, 오염 등으로 반사광의 광량이 변하는 문제로 인하여 동작 오류가 발생하고, 우유나 음료 등으로 보호용 투명창이 오염되어 광량 변화로 잦은 오류가 발생하는 경우와 태양과 같은 외부 직사광선이나 조명에 의한 동작 오류가 발생하는 문제점이 발생하고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 기존 광학식 방식으로 동작되었던 적외선 수발신 센서를 대체하여 전자기 유도방식의 방법을 제안하였다. 제안된 시스템의 동작을 구현하기 위하여 일정한 격자형 간격으로 배치된 다수의 발신코일에서 방사된 전자기유도 신호는 블록케이스 내에 위치한 다수의 수신공진코일에 무선으로 에너지가 전달되고, 충전된 에너지는 다시 발신코일로 방사되어 신호를 전달하는 동작 원리로 신호를 측정하여 블록의 유무 및 종류를 인식하는 2차원 블록인식 장치를 제작하였으며, 측정결과 안정적으로 3x3의 9개 수신공진코일로 구성된 블록의 내부에 장착된 수신공진코일의 유무, 위치 및 공진주파수값을 구분하는 것을 확인하였다.

**Abstract** In educational teaching aids that use conventional optical methods for young children, operation errors occur due to problems such as the reflective surface of a block changing color over time and the amount of reflected light changing due to contamination. If the protective transparent window is contaminated with liquids or beverages, frequent errors may occur due to changes in the amount of light, or operating errors occur due to external direct light such as that from the sun or lighting. In order to overcome these problems, an electromagnetic induction method is proposed to replace the infrared receiving/transmitting sensor in an existing optical method. To realize the operation of the proposed system, transmitting coils were arranged in a grid and used to transmit electromagnetic induction signals wirelessly to receiving resonant coils that are located in a block case. The charged energy is then transmitted. A two-dimensional block recognition device that recognizes the presence of a block and its type was produced using a wirelessly transmitted signal that is radiated and measured by a coil. From experiments, we confirmed that we could reliably distinguish a block's presence and position and the resonance frequency of a receiving resonant coil, which was mounted inside a block with 3x3 resonant receiving coils.

**Keywords** : Electromagnetic Induction, Receiving Resonant Coil, Resonant Frequency, LC Resonance, Excitation Region, Response Region

이 연구는 2022년도 선문대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

\*Corresponding Author : Young Kee Ryu(Sunmoon Univ.)

email: ryu@sunmoon.ac.kr

Received November 22, 2022

Revised December 19, 2022

Accepted February 3, 2023

Published February 28, 2023

## 1. 서론

최근 코로나 19 발생으로 인하여 유아동이 가정에서 머무는 시간이 늘어나고 있으며, 만 3~9세의 하루 평균 스마트폰 이용은 4시간으로 세계보건기구(WHO) 권고기준의 4배를 초과하는 스마트폰 사용량이 급격히 증가하였다[1]. 이로 인하여 발달과정 중에 거쳐야 할 실물 놀이의 기회가 박탈되었다고 한다. 놀이 위주로 편성된 공교육 시간 역시 크게 줄면서 유치원에서 친구, 선생님과 함께 하던 신체적 교구활동 시간이 줄어들고 집에서 아이 혼자 스마트폰을 이용하는 시간이 늘어나고 있어, 전 세계의 학부모는 아이의 스마트폰 사용을 대체할 건강하면서도 교육효과가 있는 솔루션을 원하고 있다. 프랑스, 미국, 일본, 대만 등 국제사회 역시 유아동의 스마트폰 사용 제한을 위한 각종 법적 장치를 마련하는 추세이다. 유아 단계에서 세상과 직접 접촉하며 만질 수 있는 체험이 뇌 발달에 매우 중요한 것에 비하여, 유아단계에서의 지나친 스마트폰 과몰입은 이를 저해한다.

국내의 중소기업 P사[2]는 광학식방법을 이용한 유아동을 위한 교육교구를 Fig. 1에 보이는 바와 같이 출시하였다.



Fig. 1. Educational teaching tool using optical method[2]

광학식방법을 이용한 P사의 제품 동작원리를 설명하기 위하여 Fig. 2에 개략적인 단면 구조를 표현하였다. 제어보드상에 적외선 수발신모듈(IR Transmitter/Receiver)이 일정간격으로 배치되어있으며, 외부 오염원으로부터 수발신센서를 보호하는 투명보호창(Transparent protective window)이 설치되었고, 광센서의 간격과 블록을 일정 위치로 위치하게 하기 위하여 블록가이드(Block guide)가 투명창 상단에 고정된다. 그림과 같이 블록이 블록가이드의 안내에 따라 일정 위치에 놓인다면 수발광센서에서 방사된 적외선광은 투명창을 통해 블록하단에 입사 후 반사되어 다시 투명창을 거쳐 광량을 측정하게 된다. 만일 블록이 놓였다면 반사광

이 측정되어 블록의 유무를 확인할 수 있을 것이다. 블록 하단의 반사면이 동일하지 않고 일정 간격으로 반사량이 차이가 나는 반사판이 붙어있다면 반사광의 유무로부터 블록의 유무를 구분하고, 반사량에 따라 블록하단의 반사판이 어떤 밝기인지를 구분하여 블록하단에 붙어있는 반사판 정보를 구분할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 광학식 방법을 이용한 동작원리에는 몇 가지 문제점이 발생한다고 한다. 첫 번째 문제점으로 블록의 반사면이 시간에 따라 발생되어 변하거나, 오염 등으로 반사광의 광량이 변하는 문제로 인하여 동작 오류가 발생하고, 두 번째로 우유나 음료 등으로 제어보드(Control Board)의 수발광원 보호용 투명창이 오염되어 광량 변화로 잦은 오류가 발생하는 경우가 발생하고 있으며, 세 번째로 태양과 같은 외부 직사광선이나 조명에 의한 동작오류가 발생하는 경우 등의 문제들이 제시되어 동작오류 문제를 해결 할 수 있는 새로운 방법이 필요한 실정이다.

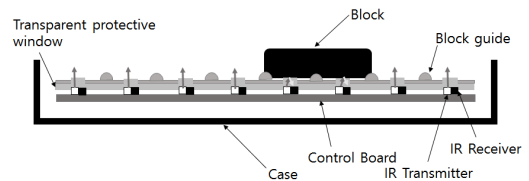


Fig. 2. Cross section of the optical method product

이러한 문제점들을 해결하기 위해 기존 광학식 방식으로 동작되었던 적외선 수발신 센서를 대체하여 본 연구에서는 전자기 유도방식의 방법을 개발하였다[3,4]. 일정한 격자형 간격으로 배치된 다수의 발신코일에서 순차적으로 방사된 전자기유도 신호는 블록케이스 내에 위치한 다수의 수신공진코일에 무선으로 에너지가 전달되고, 충전된 에너지는 다시 발신코일로 방사되어 측정되는 무선으로 신호를 전달하는 동작원리로 블록의 유무 및 종류를 인식하는 새로운 2차원 블록인식 장치를 제안하였다. 본 논문에서는 2장에서 동작원리를 기술한 후, 제안한 시스템을 구현하기 위한 시스템 구성을 설명하였으며, 제작된 전자기유도 블록인식 시스템 실험을 통하여 기존의 광학식 시스템을 성능을 대체할 수 있음을 보였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 전자기유도 방식의 무선 수신 코일 공진 주파수 인식 원리

기존의 적외선을 이용한 광학식 유아동을 위한 교육 교구의 문제점을 극복하기 위하여 언급한 전자기유도방식으로 무선 수신공진코일 공진주파수를 인식하기 위한 기본적인 구조를 Fig. 3에 보이고 있다. 제어회로(Control Circuit)로부터 출력된 신호( $V_{input}$ )는 발신 드라이버(Transmitter Driver)를 거쳐 발신코일(Transmitter Coil)이 수신공진코일(Receive Resonance Coil)에 무선으로 에너지를 전달 할 수 있도록 발신드라이버와 발신코일사이 에 있는 스위치(Switch)가 연결되도록 설정되어 있다. 발신코일로부터 무선으로 전달된 에너지는 인덕턴스 성분을 가진 코일과 콘덴서가 병렬 연결되어 LC 공진 회로로 구성된 수신공진코일(Receive Resonance Coil)에 저장 된다⑤. 발신신호 입력 후 스위치의 설정상태가 발신코일이 증폭기 및 필터에 연결되도록 설정이 변경되면, 수신공진코일에는 더 이상 무선으로 출력 드라이버로부터 에너지 수신은 차단되고, 저장된 에너지가 반대로 발신코일로 전송된다⑥. 발신코일로 전송된 신호는 증폭 및 필터회로로 연결되어 신호 필터링 및 증폭 처리가 이루어진다⑦[5,6].

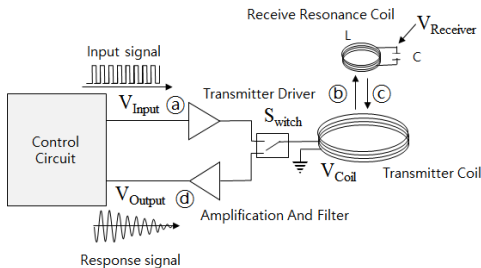


Fig. 3. The principle of wireless recognition using electromagnetic induction method

앞에서 기술한 신호의 전달 과정을 Fig. 4에 좀 더 자세히 표현하였다. Fig. 4 (a)는 입력신호가 디지털신호로 발신코일에 전송되는 신호를 보이고 있으며, 디지털 신호의 펄스 수는 수신신호의 크기를 고려하여 결정된다. Fig. 4 (b)는 수신된 디지털 신호가 발신코일을 거쳐 무선으로 전자기유도 원리에 의하여 서서히 증가하는 정현파 신호가 발생한다. 이렇게 발생한 신호는 수신공진코일에 유도되어 Fig. 4 (c)와 같이 서서히 신호가 증가하다가 스위치 상태가 변경되어 발신코일이 증폭회로와 연결되면 신호는 더 이상 증가하지 않고 저장된 신호가 방전하면서 감소하게 된다. 이러한 수신공진코일의 신호는 다시 발신코일로 유도되어 Fig. 4 (d)와 같이 수신되어 증폭 및 필터링 회로를 거치게 된다. 여기서 수신공진코

일로 에너지가 전달되는 기간을 가진영역(Excitation region)이라 표현하고, 수신공진코일로부터 다시 발신코일로 에너지가 전달되는 과정을 응답영역(Response region)이라고 표현하였다.

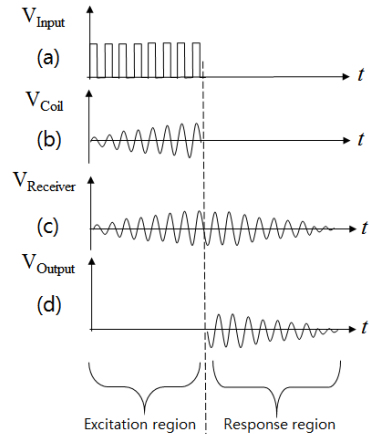


Fig. 4. Excitation region and Response region

Fig. 5는 가진영역에서 입력신호의 가진 주파수와 LC 공진회로로 구성된 수신공진코일의 공진주파수사이의 관계를 보여주고 있다. 만일 수신공진코일의 공진주파수가  $f_2$  라면 가진주파수가 공진주파수  $f_2$  와 동일한 경우 최댓값의 응답( $V_{output}$ )신호를 보일 것이다.

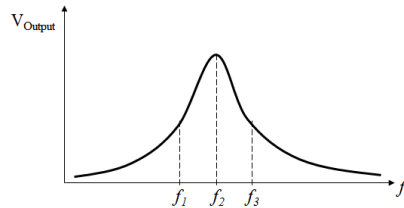


Fig. 5. Response characteristics according to the excitation frequency around the resonant frequency

그러나 가진신호의 주파수가  $f_1$  혹은  $f_3$  로 공진주파수  $f_2$  에서 멀어질수록 응답신호는 공진주파수  $f_2$  일 때와 비교해서 상대적으로 낮은 응답신호를 보여주는 주파수 응답 신호를 보여주고 있다.

이러한 주파수응답신호를 바탕으로 수신공진코일의 공진주파수가  $f_2$  로 설계되어있는 경우 가진신호의 가진 주파수에 따른 응답신호를 Fig. 6에 보여주고 있다.

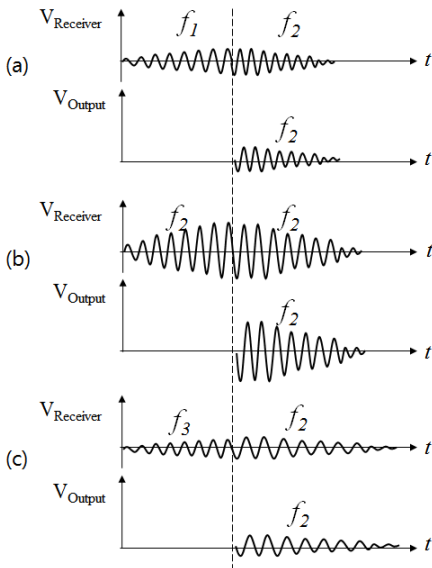


Fig. 6. Resonance frequency of the receiver coil using the response difference according to different excitation frequencies

Fig. 6 (a)에서는 가진주파수를  $f_1$  으로 수신공진코일의 공진주파수  $f_2$ 와 일치하지 않는 경우로 가진영역에서의 발신코일이 주파수는 입력 가진주파수와 동일하게 나타나지만 가진신호가 차단된 후에는 수신공진코일은 서서히 자신의 공진주파수  $f_2$  로 주파수가 변하게 된다. 마찬가지로 만일 가진주파수가 공진코일의 공진주파수  $f_2$  와 동일한 경우에는 Fig. 6 (b)와 같이 가진영역과 응답영역에서의 신호 주파수가 동일하며 응답 신호의 크기도 가장 크게 나타난다. 그러나 Fig. 6 (c)와 같이 가진주파수  $f_3$  가 공진주파수보다 큰 경우에도 Fig. 6 (a)와 같이 응답신호는 Fig. 6 (b)의 공진 일 때에 비하여 작은 응답신호가 나타난다. 따라서 수신공진코일의 공진주파수는 가진주파수에 따른 응답신호 크기를 비교하여 공진주파수를 알 수 있다. 만일 수신공진코일의 공진주파수를 각  $f_1, f_2, f_3$  세 가지로만 제작이 된다면, 앞의 그림에서 설명한 것과 같이 세 가지 가진주파수에 해당하는 응답신호의 크기로부터 수신공진코일의 공진주파수를 알 수 있을 것이다.

## 2.2 신호처리

Fig. 6에서 기술한 바와 같이 수신공진코일의 신호로부터 다시 발신코일로 유도된 신호를 예로 보였다. Fig. 7은 응답영역에서 출력된 유도신호를 필터링 및 증폭 등을 거쳐 출력 전압값을 얻는 과정을 보이고 있다.

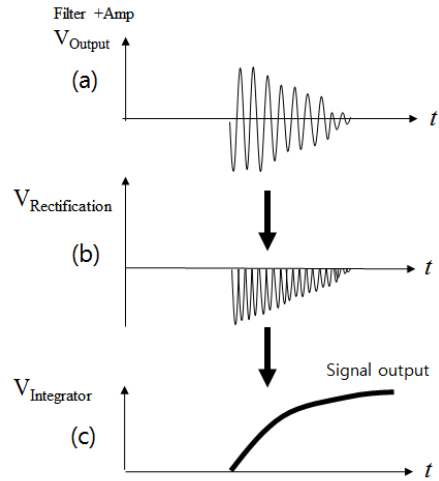


Fig. 7. The signal processing process that maximizes the small signal response signal

Fig. 7 (a)는 미세한 유도 신호를 공진주파수 주변 신호만 통과하도록 하는 밴드패스필터와 증폭 회로를 통과 신호를 보이고 있으며, Fig. 7 (b)는 증폭된 신호를 전파 정류처리를 거친 신호이고( $V_{Rectification}$ ), 이 신호의 출력값을 구하기 위하여 적분회로를 거친 결과 신호 예를 Fig. 7 (c)에 보였다. 이러한 처리를 통해서 미세한 유도 신호를 노이즈에 강하면서 증폭신호[7-9]를 얻는 예를 보이고 있다.

수신공진코일의 공진 주파수가 3가지로 설계되어진 경우, 앞의 Fig. 7의 신호처리과정을 통해 수신공진코일의 유무 및 공진 주파수를 알아내기 위한 과정을 Fig. 8으로 표현하였다. 만일 수신공진코일의 공진 주파수가  $f_2$  로 제작되어있는 경우에 수신공진코일의 유무 및 공진코일의 주파수를 구분하기 위하여 가진주파수를 수신공진코일이 가질 수 있는 세 가지 공진주파수  $f_1, f_2$  및  $f_3$ 를 각각 인가 후 각 가진 주파수에 대한 출력신호를 측정한다. 앞에서 설명한 Fig. 5의 주파수응답함수를 고려하면, 수신공진코일의 공진주파수와 일치하는 가진주파수  $f_2$  일 때의 출력신호가 수신코일의 공진주파수와 일정 간격 떨어져있는  $f_1, f_3$ 의 출력신호보다 크게 나타날 것이다. 따라서 만일 수신공진코일이 놓여있지 않다면 출력신호는 세 가지 가진 신호에 모두 응답신호가 나타나지 매우 작게 나타날 것이다. 만일 수신공진코일이 발신코일 상단에 놓인 경우는 위의 그림과 같이 최댓값을 가지는 가진주파수가 바로 수신공진코일의 공진주파수로 구분할 수 있을 것이다.

지금까지 미리 설정된 세 가지의 공진주파수 중 하나로 설계된 수신공진코일이 발신코일 상단에 놓인 경우 각 가진주파수에 따른 응답신호의 크기로 부터 수신공진코일의 공진주파수를 알아내는 방법을 간단히 기술하였다.

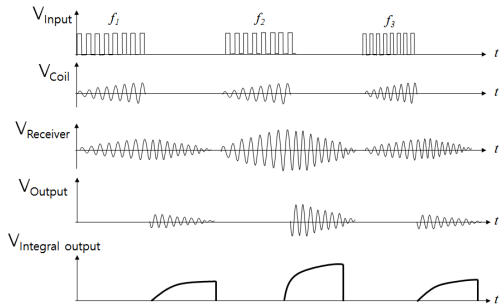


Fig. 8. The process of distinguishing the presence or absence of a receiver coil and a resonant frequency of the receiver resonance coil.

### 3. 블록 인식 시스템 구성

#### 3.1 센서보드의 구성

Fig. 9에 보이는 바와 같이 일정 간격 P로 발신코일이 가로 N개, 세로 M개로 구성된 센서보드(Sensor Board)는 멀티플렉서를 통하여 제어회로의 신호가 순차적으로

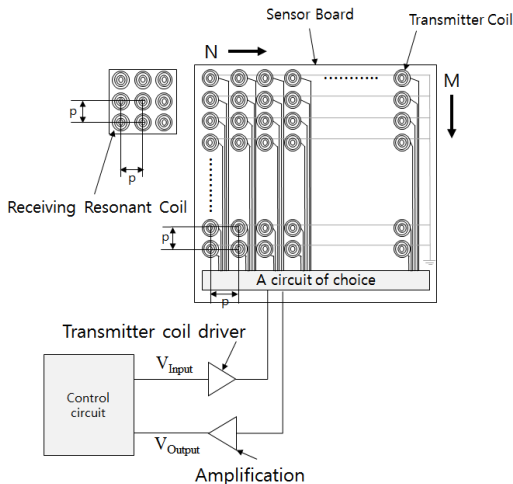


Fig. 9. A system for distinguishing the existence and resonant frequency of a receiver resonance coil by scanning a plurality of transmitter coil using the selection circuit Mux

전체 발신코일을 구동하도록 설계하였다. 그리고 발신코일과 동일한 간격으로 다수의 수신공진코일로 구성된 블록(Block)을 아래의 그림에 보였다. 아래의 그림 예에서와 같이 만일 수신공진코일이 가로 세로 3x3으로 설계되어 9개의 수신공진코일이 설계된다. 공진주파수를 앞에서 기술한 예와 같이 세 가지 즉  $f_1, f_2, f_3$ 를 조합한다면 서로 구분되는 블록을 다양하게 제작할 수 있을 것이다.

#### 3.2 수신공진코일의 구성

Fig. 10의 (a)와 (b)는 수신공진코일의 수 3x3으로 같더라도 미리 설정된 세 가지 공진주파수  $f_1, f_2, f_3$ 의 조합을 달리하고 사전에 데이터베이스에 공진주파수와 위치를 관리한다면, 어떤 종류의 블록인지를 구분 할 수 있을 것이다.

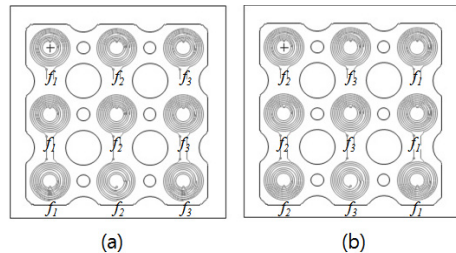


Fig. 10. Example of combination of receiving coil of receiving modules  $f_1, f_2, f_3$  with different resonant frequencies.

### 4. 시스템 제작 및 실험

#### 4.1 전자기유도방식 블록인식 시스템 제작

본 논문에서 구현하고자 하는 전자기유도방식을 이용한 교육용 2차원 블록인식 장치의 전체적 시스템 구성을 간단히 Fig. 11에 보이고 있다. 마이크로프로세서로부터 출력되는 신호는 발신코일드라이버를 통해 MUX로 선택한 센서보드의 발신코일에 가진신호가 인가된다. 발신코일에 유도된 전자기유도 에너지는 수신공진코일로 무선 전달 후 충전되고, 가진신호가 정지된 후에는 다시 센서보드의 발신코일로 전달된다. 전달된 미세한 신호는 필터 및 증폭기로 신호를 증폭한다. 증폭된 신호는 전파정류 및 적분기를 통해 처리 후 최종신호를 AD 컨버터를 통해 디지털신호로 변환해 전체 센서보드에 놓인 수신공진코일의 유무 및 공진주파수를 판단하는 시스템을 제작하였다.



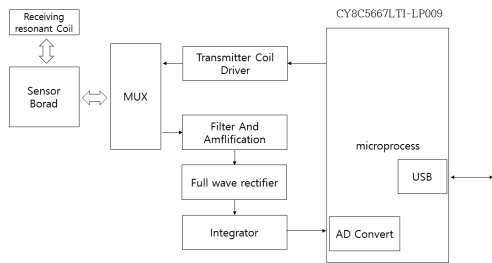


Fig. 11. Configuration of wireless recognition system using electromagnetic induction method.

위에서 설명한 전자기유도방식의 시스템을 제작한 사진을 Fig. 12에 보였다. 15mm간격으로 발신코일이 가로세로 21x14로 제작된 센서보드에 제어보드가 커넥터로 연결되도록 제작하였다. 동일한 간격으로 3x3의 수신공진코일이 미리 설정된 세 가지 공진주파수의 조합으로 제작하였다. 세 가지 공진주파수  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ 는 미세 신호 증폭기의 주파수 대역을 고려하여 차례대로 500kHz, 600kHz 그리고 700kHz로 설계하였다. 수신공진코일은 양면 PCB로 단순 코일형태로 제작되며, 코일형태의 인덕턴스 성분에 병렬로 공진콘덴서를 연결함으로써 LC공진 수신공진코일이 제작된다. 미리 일정한 코일 인덕턴스 L에 세 가지 공진주파수에 해당하는 콘덴서용량 C를 연결함으로써 서로 다른 공진 주파수를 설정할 수 있다. 공진주파수와 코일의 인덕턴스 L, 공진 콘덴서 용량값 C 사이의 관계는 다음 Eq. 1과 같다.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}} \quad (1)$$

Where,  $f$  resonance frequency,  $L$  Inductance,  $C$  Capacitor

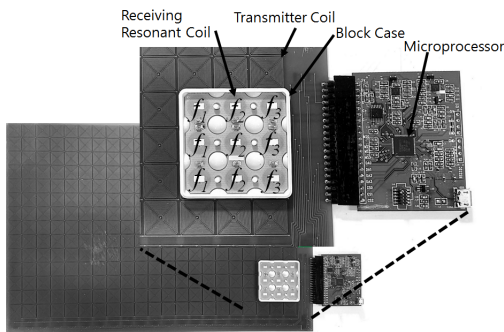


Fig. 12. Prototype of 2D block recognition device for education using electromagnetic induction method.

앞에서 기술한 세 가지 공진주파수의 조합으로 제작된 9개의 수신공진코일은 블록케이스(Block Case)에 고정되며, Fig. 12에 보이지는 않지만, 수신공진코일과 발신코일이 안정적으로 배치되도록 블록과 센서보드 사이에 블록가이드(Block Guide)를 구성한다.

## 4.2 동작실험

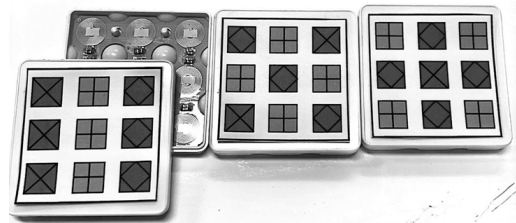


Fig. 13. Examples of three prototypes of blocks used in the experiment

위의 Fig. 13과 같이 사전에 제작된 세 가지 종류의 블록을 이용하여 구동 성능을 가시화하였다. 블록 케이스의 뒷개에는 세 가지 색으로 내장된 9개의 수신공진코일의 공진 주파수를 표시하였다. 본 실험에서는 공진주파수  $f_1$ 은 500kHz로 X 자 모양,  $f_2$ 는 600kHz 십자 + 모양,  $f_3$ 는 700kHz로 마름모  $\diamond$  모양으로 표시하였다.

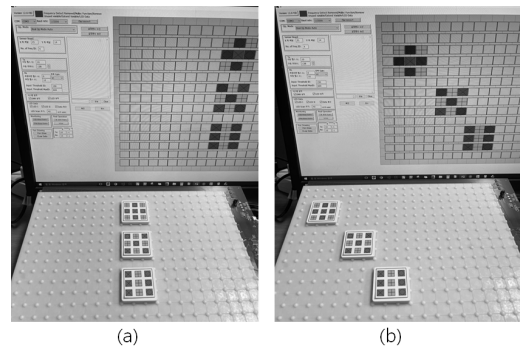


Fig. 14. Operation experiment results of 2D block recognition device for education using electromagnetic induction method

앞에서 설명한 블록 가이드가 설치된 센서보드에 세 가지 종류의 블록을 놓고 측정한 결과를 아래 Fig. 14에 보였다. 그림에 보이는 바와 같이 세 가지 종류의 블록에 구성된 공진주파수를 센서보드 해당위치에 실시간으로 표시하고 있는 결과를 보였다. Fig. 14 (a)는 블록 가이드에 세 가지 블록이 일렬로 놓인 경우 각 블록 위치 및 각 블록의 구성 공진주파수를 색으로 표시하였다. 마찬가지로 Fig.

14 (b)에는 임의 위치에 블록을 놓은 경우의 결과를 보이고 있다. 마찬가지로 블록이 21x14의 센서보드에 회전이 되어 놓이더라도 블록의 위치 및 내장 수신공진코일의 공진주파수가 측정이 잘되고 있음을 알 수 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 기존의 유아동을 위한 광학식 교육용 교구의 블록인식장치에 단점인 외부 태양광에 의한 잦은 오류, 오염물에 의한 동작 불량 발생 그리고 블록하단의 반사도 변화에 의한 동작 에러 문제를 극복하고자 전자기유도방식의 2차원 블록인식장치를 제안하였다. 제안된 시스템은 세 종류의 공진 주파수로 구성된 블록으로 제작하였으며, 세 종류의 블록을 제작하여 성능을 시험하였다. 시험 결과 제작된 세 종류의 블록은 일정 간격으로 설계된 21x14의 센서보드에서 블록의 유무 및 회전에 관계없이 블록의 공진주파수를 구별함으로 알 수 있었다. 이 시험결과를 기반으로 다양한 블록으로 구성된 교구를 제작한다면 기존의 광학장치에서보다 안정적인 성능을 지원하는 시스템을 지원할 것으로 예상된다.

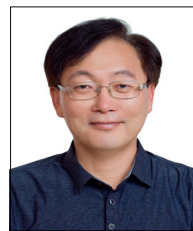
## References

- [1] YTN, Ages 3 to 4 years old use media for 4 hours and 8 minutes a day... 4 times the WHO recommendation, YTN, Jan. 2021, Available From: [https://www.ytn.co.kr/\\_ln/0106\\_202101131352208135](https://www.ytn.co.kr/_ln/0106_202101131352208135) (accessed Sept. 20, 2022)
- [2] Playtango, Hangul Phonics Set , Playtango Inc., 2019, Available From: [https://playtango.co.kr/shop\\_view/?idx=246](https://playtango.co.kr/shop_view/?idx=246) (accessed Oct. 12, 2022)
- [3] Y. K .Ryu, K. W. Koh, H. S. Kim, "A Non-contact Two-Dimensional Position Sensing Device Using Electromagnetic Induction", Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol.29, No.11, pp.1159-1163, Nov 2012. DOI: <https://doi.org/10.7736/KSPE.2012.29.11.1159>
- [4] Y. K. Ryu, "Design of a Multiple Transmit Coil Driver for Implantable Telemetry Devices", *Istitute of Control, Robotics and Systems*, Vol.21, No.7, pp609-614, July 2015.
- [5] Y. K. Ryu, "Wireless Power Transmission Technology for Implantable Telemetry Device based on Multiple Transmit Coils", *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol.15, No.2, pp203-211, April 2015.

- [6] S. K. Kim, "Wireless power transmission technology using multiple transmitter coils," Sun Moon University Master Thesis (in Korean), 2014.
- [7] J. H. Park, "A study on the effect of resonant coil size and load resistance on the transmission efficiency of magnetic resonance wireless power transfer system," Journal of Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers (in Korean), vol. 6, no. 7, pp.45-51, 2012.
- [8] Y. G. Kim, "Magnetic resonant coil for enhancement of wireless power transfer efficiency of NFC devices," Chungbook University Master Thesis (in Korean), 2012.
- [9] H. Y. Choi, "Design of high efficiency wireless power transfer system using magnetic resonance technology," Kyungbook University Master Thesis (in Korean), 2013.

유 영 기(Young Kee Ryu)

[정회원]



- 1989년 2월 : 한국과학기술원 생산공학과 (공학석사)
- 1989년 2월 ~ 1992년 2월 : 삼성종합기술원 연구원
- 1996년 2월 : 한국과학기술원 자동화 및 설계공학과 (공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>

정전용량 전자펜, 전자기유도 전자펜, 입력장치, 영상처리, 광응용 기술.

정 민 혁(Min Hyuk Jeong)

[준회원]



- 2022년 2월 : 선문대학교 정보통신공학과 (학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 대학원 정보통신공학과 (석사)

<관심분야>

정밀계측, 전자기유도 센서, 마이크로프로세서 응용