

# 스마트폰을 이용한 OMR 답안 마킹 자동 인식

## Automatic Identification of the OMR Answer Marking Using Smart Phone

노덕수, 김진호  
경일대학교 전자공학과

Duck-Soo Noh(dsnoh@kiu.ac.kr), Jin-Ho Kim(ho@kiu.ac.kr)

### 요약

시험지와 별도로 제공되는 OMR 답안지와는 달리 시험지의 각 문항에 직접 OMR 답안 마킹 양식을 제공하고 스마트폰을 이용하여 각 문항별로 마킹된 답을 자동 인식하고 해설 기능까지 제공하면 자율학습 및 스마트러닝 관점에서 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 본 논문에서는 시험지 문항별로 제공되는 OMR 답안 항목에 마킹된 답을 스마트폰으로 자동 인식할 수 있는 어플리케이션 구현 방법을 제안하였다. OMR 답안 문항마다 QR코드를 배치하여 암호화된 답안 정보를 제공하고 답안의 위치를 추정할 수 있는 기준점으로 활용할 수 있도록 하였다. 시험지의 각 문항별 OMR 답안 영역을 추출하고 마킹된 답을 인식한 다음 정답과 비교할 수 있도록 하였다. 제안한 알고리즘을 스마트폰에 구현한 다음 다양한 크기와 방향으로 촬영한 문항별 OMR 답안 영상에 대해 인식 실험을 해 본 결과 우수한 인식 성능을 얻을 수 있었다.

■ 중심어 : | OMR 시험지 | 답안 인식 | 스마트폰 어플리케이션 | 스마트 러닝 |

### Abstract

The smart phone application to provide auto identification and answer explanation of multiple choice answer for each OMR answer item in the test paper different from ordinary OMR test by using smart phone is very useful in terms of a self learning and a smart learning. In this paper, smart phone application of OMR mark identification for each question item in test paper is proposed. QR code for each OMR answer is provided for the encrypted correct answer and the reference location of multiple choice answer rectangle location. The OMR answer region is extracted and the marked answer is identified in each question of test paper, in order to compare between the marking answer and the correct answer. Experimental result of smart phone application of the proposed algorithm for the OMR answer images with various size and direction shows excellent recognition performance.

■ keyword : | OMR Test Paper | Identify Answer | Smart Phone Application | Smart Learning |

## 1. 서론

OMR(Optical Mark Recognition)은 인쇄된 양식에 표시된 원 또는 사각형 위치에 필기도구로 마킹한 데이

터를 스캐닝해서 컴퓨터로 자동 인식하는 것으로 머신 비전(Machine Vision) 기술의 일종이다[1][2]. 따라서 OMR은 제한된 개수의 데이터 즉, 선다형 문제, 성별, 직업 또는 종교 등의 정보를 마킹할 수 있는 양식 항목

접수일자 : 2016년 07월 19일

수정일자 : 2016년 08월 18일

심사완료일 : 2016년 08월 18일

교신저자 : 김진호, e-mail : ho@kiu.ac.kr

을 제공하고 사용자가 어느 항목을 마킹했는지 자동으로 판단해서 정보를 입력하는데 사용된다.

OMR 시험의 경우 출제 시험지와 별도로 OMR 마킹용 4지 선다형 답안지를 제공하고 응시자가 마킹한 답안지를 OMR 스캐너로 읽어 미리 설정한 참조점을 이용하여 형태를 정규화한 다음 마크된 항목을 자동으로 인식하는 방식으로 채점한다[1][2]. 즉, OMR 스캐너는 사전에 정해진 위치와 규격으로 OMR 답안지의 영상을 스캐닝하기 때문에 비교적 쉽게 참조 점들을 찾을 수 있으며 이들을 기준으로 영상을 직사각형 형태로 정규화하고 체크된 항목을 인식해서 정답을 확인한다. OMR 시험 방식을 이용하면 대량의 답안지를 고속으로 자동 채점할 수 있다는 장점이 있어서 단체 시험에 많이 활용되고 있다. 한편 기존의 OMR 시험 방식과는 별도로 시험 문제지의 각 문항에 직접 OMR 답안 항목을 마킹할 수 있는 양식을 제공하고 스마트폰을 이용해서 각 문항별로 마킹된 답을 자동 채점하고 문제 해결까지 제공할 수 있다면 자율학습이나 스마트러닝에 매우 효율적으로 활용할 수 있을 것이다. 국내외적으로 아직 비즈니스에 활용되지 않았지만 이와 같이 시험지 자체에 OMR 답안 체크 양식을 제공하고 스마트폰 카메라로 촬영해서 채점할 경우 임의의 각도 및 거리로 입력되는 영상으로부터 답안 영역의 위치를 정확하게 찾아내서 마킹 항목을 인식하기 위해 별도의 OMR 양식 및 위치 검출 방안이 요구된다.

본 논문에서는 스마트폰을 이용하여 시험지 각 문항별로 제공된 OMR 답안 영역에 마킹된 항목을 자동으로 인식할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 시험지의 각 문항별 OMR 답안 영역에 QR 코드[3][4]를 배치하여 답안 영역을 찾기 위한 참조점으로 활용하였으며 정답 및 간단한 해설도 제공하였다. 다양한 방향 및 크기로 입력되는 OMR 답안 영역을 찾아 일정한 크기의 직사각형 형태로 정규화하기 위해서 QR 코드 3개의 위치 찾기 심볼(Finder Pattern)들을 참조점으로 이용해서 OMR 답안 사각 영역을 추출하고 원근변환(Perspective Transform)[5]을 통한 직사각 형태의 영상 정규화를 수행하였다. 정규화된 OMR 답안 영상을 이진화한 다음 OMR 답안 영역에서 각 항목의 마킹 여

부를 자동으로 체크하였다.

제안한 알고리즘을 안드로이드 기반의 스마트폰에 구현하고 스마트폰으로 촬영한 368장의 OMR 답안 문항 영상 데이터베이스를 대상으로 자동 답안 체크 실험을 하고 그 성능을 분석하였다.

## II. OMR 마킹 답안 인식 알고리즘 개요

시험지의 OMR 답안 영역에 마킹된 답안 항목을 스마트폰으로 자동 인식하고 정답 정보를 제공하기 위해서 [그림 1]과 같이 QR 코드 및 선다형 OMR 답안 항목으로 구성된 별도의 시험지 양식을 설계하였다.

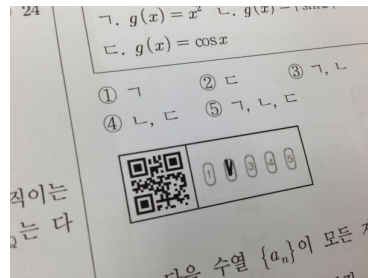


그림 1. 시험 문항에 프린트된 OMR 답안 양식의 예

시험 문항에 기록된 QR 코드는 해당 문제의 문제 번호, 정답을 제공하고 OMR 답안 영역을 직사각형 형태로 정규화하기 위해 답안 영역을 추출할 때 필요한 참조점으로서의 역할을 한다[3][4]. 따라서 스마트폰으로 촬영한 영상에서 QR 코드 내부 3개의 위치 찾기 심볼들을 찾은 다음 위치 찾기 심볼들의 위치 및 방향을 이용하여 OMR 답안 항목들의 사각형 좌표를 추정하고 OMR 답안 영역을 미리 정의한 크기의 직사각형 형태로 정규화 한다. 정규화된 OMR 답안 항목들의 사각형 영역에서 각 답안 항목들의 위치를 찾아서 어느 항목이 마킹되었는지를 판단한다. 답안 확인 결과를 QR 코드를 해석하여 찾은 정답과 비교하여 정답 여부를 확인한다. 스마트폰 기반의 OMR 시험지 답안 인식 알고리즘의 흐름도를 [그림 2]에 도식화하였다.

먼저 스마트폰 카메라를 이용하여 시험지의 OMR 답

안 영역을 촬영한다. OMR 답안 영역을 촬영한 영상을 이진화하여 흑백 영상으로 변환한다. 이때 스마트폰 카메라의 특성상 바닥에 놓인 OMR 시험지의 상단에서 촬영하기 때문에 그림자가 드리워질 수 있으므로 그림자 영향 등으로 발생한 잡음을 제거한 흑백 영상을 생성한다.

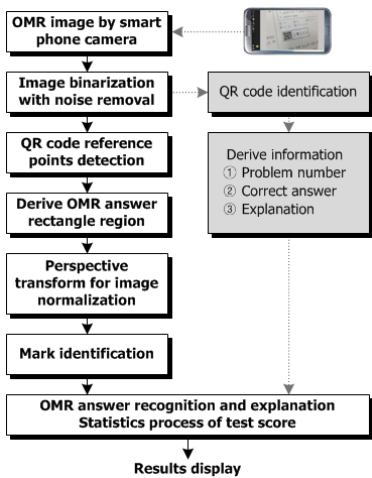


그림 2. 스마트폰을 이용한 OMR 답안 인식 알고리즘 흐름도

OMR 영역에 표시된 QR 코드는 두 가지의 기능을 수행한다. 즉, 문제 번호, 정답 및 문제 해설 등의 정보를 제공하는 기능과 3개의 참조점 위치를 기반으로 OMR 답안 항목의 사각 영역을 추출하는 기능을 제공한다. QR 코드에 저장된 정보를 얻기 위해서는 QR 코드 인식용 라이브러리를 사용할 수 있다. 본 연구에서는 QR 코드에 포함된 3개의 참조점들을 추출하여 사각형 형태로 OMR 답안 영역을 추정하였다. 스마트폰으로 촬영한 OMR 답안 영역은 기울어지거나 크기가 다양하기 때문에 QR 코드의 위치 찾기 심볼들의 위치를 기반으로 답안 영역 모서리 4개의 점들을 추정하고 원근변환으로 사전에 정의한 크기의 직사각형 형태 영상으로 정규화 하였다. 정규화된 OMR 답안 영역에서 각 항목별로 체크 여부를 확인하여 체크된 답을 인식한 다음 QR 코드에서 제공하는 정보를 바탕으로 정답여부를 확인하고 문제 해설 및 문항별 통계처리에 활용할 수 있도록 하였다. 최종 답안 인식 결과 및 설명 자료는 스마트

폰 화면을 통해 사용자에게 제공하도록 하였다.

이상의 스마트폰을 이용한 OMR 시험지의 답안 인식 알고리즘 각 단계별 세부 내용에 대해서 제3절에 구체적으로 설명하였다.

### III. OMR 답안 영역 검출 및 마킹 인식

시험지와 별도로 OMR 답지를 제공하여 답을 마킹하는 경우에는 스캐닝한 OMR 답안 영상의 사각형 보정을 위해 답안 양식의 외곽에 참조 기호들을 배치하고 이들을 기준으로 회전 및 스케일링 보정 등을 수행한다. 하지만 각 문항마다 OMR 답안 양식이 제공되는 경우에는 각 답안별로 OMR 답안 영역을 추출하고 사각형 보정을 위한 참조 기준이 별도로 있어야 한다. 본 연구에서는 이를 위해 QR 코드의 위치 찾기 심볼들과 답안 영역 사각형 테두리 정보를 이용하여 사각 영역의 크기 및 회전 보정을 수행하였다. 사각 보정된 OMR 영역으로부터 마킹된 답안 항목을 인식하고 QR 코드 인식 라이브러리로부터 얻은 정답 정보를 이용하여 정답 여부를 채점하였다.

#### 1. OMR 답안 영역 검출

스마트폰으로 시험지 문항별 OMR 영역을 촬영하면 크기 및 기울기가 일정하지 않기 때문에 QR 위치 찾기 심볼을 이용하여 참조 위치를 찾고 답안 테두리 사각형 정보를 기준으로 OMR 답안 영역을 추출한 다음 직사각형 형태의 일정한 크기로 정규화 하는 방식으로 OMR 답안 영역을 검출하였다.

##### 1.1 OMR 답안 영상 이진화

시험지의 OMR 영역을 스마트폰 카메라로 상단에서 근접 촬영하면 조명을 등지는 경우가 많아서 인식 대상 영역에 그림자가 발생 할 수 있다. 따라서 그림자 영향이 나타나지 않으면서도 OMR 답안 프린트 내용과 마킹된 부분이 선명히 나타날 수 있도록 이진화 작업을 수행해야한다.

그림자를 영향을 제거하고 인식 대상 내용이 잘 표현

된 흑백 영상 생성을 위한 적응적 이진화를 위해서 Gato가 제안한 Wiener 필터링 및 Souvola 적응적 이진화 기반의 알고리즘을 사용하였다[6]. 먼저 명도 영상의 잡음을 제거하고 배경 표면을 평활화 하기 위해 명도 영상  $I_y(x,y)$  에 다음과 같이 3x3 크기의 국소 영역 Wiener 필터링  $I_w(x,y)$  을 수행하였다.

$$I_w(x,y) = \mu + (\sigma^2 - v^2)(I_y(x,y) - \mu) / \sigma^2 \quad (1)$$

식에서  $\mu$ 와  $\sigma^2$ 는 각각 3x3 영역 화소들의 국소 평균 및 분산이며  $v^2$ 은 각 화소들의 분산 값들의 전체 평균이다. 그리고 Souvola 적응적 이진화 알고리즘[6]을 이용하여 개략적인 전경 영상을 추출한 다음 이를 이용하여 배경을 영상을 추정하고 그림자가 제거된 최종 흑백 영상을 생성하였다. [그림 3]에 OMR 답안 영상으로부터 Wiener 필터링, 개략적 흑백 영상 생성 등의 과정을 거쳐 배경 영상을 추출하고 그림자를 제거한 흑백 영상을 생성한 예를 보였다.

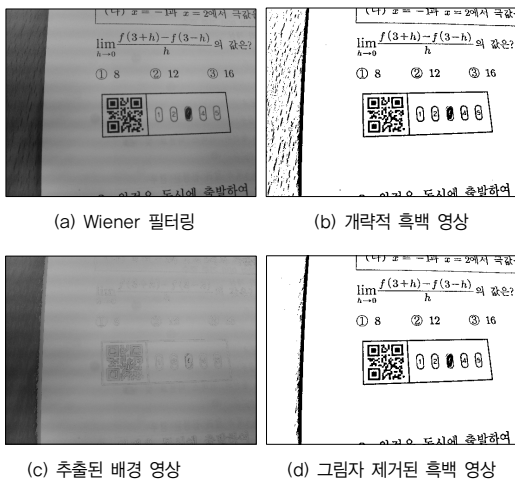


그림 3. OMR 답안 영상에서 그림자를 제거한 흑백 영상을 생성한 예

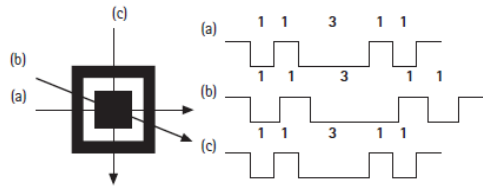
### 1.2 QR 위치 찾기 심볼 검출

사각 형태의 QR 코드에는 [그림 4 (a)]와 같이 데이터 영역과 별도로 세 모서리 부분에 위치 찾기 심볼들

이 배치되어 있다[3][4]. 세 개의 위치 찾기 심볼들의 중심점을 찾아서 삼각 형태의 구조를 해석하면 QR 코드의 위치와 방향 및 크기 등에 대한 정보를 정확하게 추출할 수 있다. 따라서 QR 코드 세 개의 위치 찾기 심볼들을 참조해서 사각 형태의 OMR 답안 영역의 방향 및 크기를 추정하고 답안 항목들이 포함된 사각 영역을 추출하면 정해진 크기의 직사각형으로 정규화 할 수 있다.



(a) QR 코드 내부에 표시된 3개의 위치 찾기 심볼

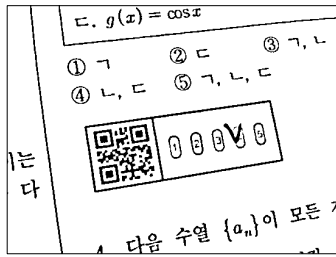


(b) 모든 방향에서 동일한 흑백 화소들의 점유 비율을 갖는 위치 찾기 심볼

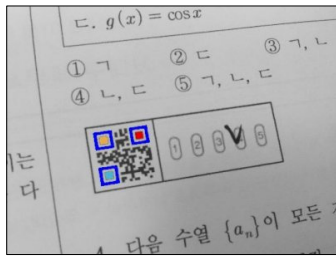
그림 4. QR 코드 위치 찾기 심볼 위치 및 흑색 및 백색 화소들의 점유 비율이 일정함을 보인 예

위치 찾기 심볼은 [그림 4 (b)]와 같이 어느 방향으로 스캐닝을 하더라도 흑색 및 백색 화소들의 두께가 1:1:3:1:1의 비율을 갖도록 설계되어 있다. 위치 찾기 심볼들의 제작 규칙을 이용하면 QR 코드가 어느 방향으로 기울어져 있어도 위치 찾기 심볼들의 중심 위치를 찾을 수 있다.

실제 스마트폰 카메라로 촬영한 OMR 영상에서 QR 코드 3개의 위치 찾기 심볼들을 검출한 예를 [그림 5]에 도시하였다. 먼저 [그림 5 (a)]와 같이 OMR 영역이 포함된 명도 영상을 흑백 영상으로 변환하고 블롭 인덱싱을 수행한 다음 각 블롭의 중심에서 상하 좌우 방향으로 스캐닝해서 [그림 (4)]의 규칙을 갖는지 확인하는 방식으로 [그림 5 (b)]와 같이 3개의 위치 찾기 심볼들을 검출하였다. 검출한 3개의 위치 찾기 심볼 정보를 이용하면 QR 코드의 방향, 크기 및 위치를 추정할 수 있으므로 OMR 답안의 사각 형태 마킹 영역을 추정할 수 있다.



(a) OMR 답안 영상의 이진 영상 변환



(b) QR 코드 위치 찾기 심볼들을 검출한 예

그림 5. OMR 답안지를 (a) 흑백 영상으로 변환하고 (b) QR 코드 3개의 위치 찾기 심볼들을 검출한 예

### 1.3 OMR 답안 마킹 영역 검출

OMR 답안 영역의 QR 코드 위치 찾기 심볼들을 찾아서 외곽 방향으로 스캐닝하면 OMR 답안 영역의 사각형 테두리를 찾을 수 있다. 위치 찾기 심볼들과 답안 영역 테두리 정보를 이용해서 사각형태의 OMR 답안 영역 영상을 추출하는 알고리즘은 [그림 6]과 같다.

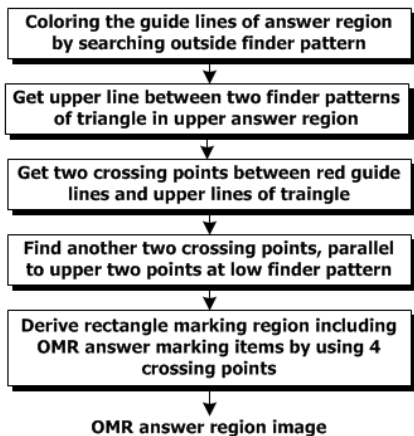


그림 6. 위치 찾기 심볼들과 답안 영역 사각형 테두리 정보를 이용해서 OMR 답안 영역 영상을 추출하는 흐름도

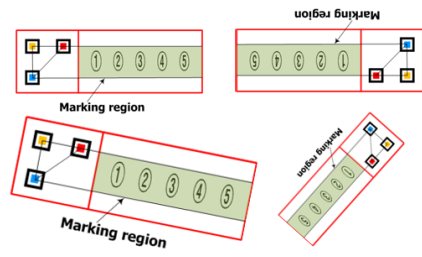
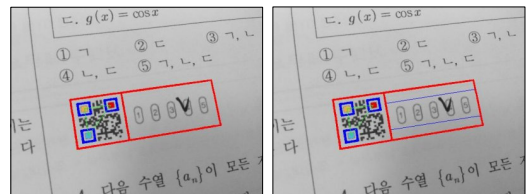


그림 7. QR코드 3개의 위치 찾기 심볼들과 OMR 테두리 정보를 이용한 사각형태의 답안 마킹 영역 검출 원리

[그림 7]에 QR코드 3개의 위치 찾기 심볼들과 OMR 영역 테두리 사각형 정보를 이용해서 답안 마킹 영역의 외접 사각형을 검출하는 원리를 도식화하였다. 그림에서와 같이 OMR 영역을 촬영하는 스마트폰 카메라의 각도 및 거리에 따라 다양하게 회전되거나 크기가 달라진 영상에 대해서도 위치 찾기 심볼의 삼각 형태 배열 규칙을 이용한 답안 마킹 영역 검출 알고리즘을 이용하면 정확하게 답안 마킹 항목들의 외접 사각형 영역을 검출 할 수 있다.



(a) 답안 영역 테두리 추출 (b) 답안 마킹 영역 검출

그림 8. OMR 답안지에서 답안 영역 테두리 사각형과 답안 마킹 영역을 찾은 예

스마트폰으로 촬영한 OMR 영상에서 OMR 답안 마킹 항목들의 외접 사각형을 검출하는 알고리즘을 수행한 예를 [그림 8]에 도시하였다. 알고리즘을 수행하기 위해 명도 영상을 흑백 영상으로 변환 한 다음 흑백 영상의 연결요소들을 블롭 인덱싱하고 인덱싱된 각 블롭들을 해석하였다. [그림 8 (a)]에 위치 찾기 심볼을 기준으로 외곽의 답안 영역 테두리 사각형에 해당하는 블롭을 찾아서 표시한 예를 보였다. [그림 8 (b)]에 직선을 확장해서 답안 마킹 항목의 외접 사각형 영역을 찾아서 표시한 예를 보였다.

### 2. OMR 답안 마킹 영역 정규화

OMR 답안 마킹 항목의 외접 사각 영역을 찾으려면 크기와 방향이 다양하기 때문에 체크된 항목을 찾기 위해서 [그림 9]와 같이 일정한 크기의 직사각형 형태로 정규화 해야 한다.

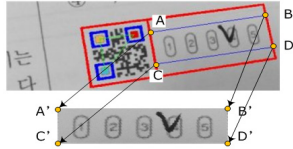


그림 9. OMR 답안 마킹 항목의 외접 사각 영역을 크로핑해서 일정한 크기의 직사각형으로 정규화 한 예

답안 마킹 항목의 외접 사각형 영역 4개의 꼭지점 좌표들을 구한 다음 식 (2) 및 (3)을 이용하면 기하학적 변환 공식에 따라 일정한 크기의 직사각형 형태로 정규화 된 직사각형 영상을 구할 수 있다[5][7].

$$x' = a_0x + a_1y + a_2xy + a_3 \quad (2)$$

$$y' = b_0x + b_1y + b_2xy + b_3 \quad (3)$$

정규화된 마킹 영상의 꼭지점 A', B', C' 및 D'의 4개 좌표( $x', y'$ )와 이들 좌표에 대응하는 OMR 답안 영상에서 구한 사각 영역 꼭지점 A, B, C 및 D의 4개 좌표( $x, y$ )를 각각 수식에 대입하여 생성한 8개의 방정식을 풀면  $a_0 \sim a_3$  및  $b_0 \sim b_3$  상수 값들을 구할 수 있다. 8 개의 상수 값들을 이용하여 정규화 된 영상의 모든 위치의 화소가 원본 OMR 영상의 어느 위치에 해당되는 가를 계산할 수 있다.

정규화된 명도 영상에 적응적 이진화 알고리즘을 적용해서 흑백 영상으로 변환한 다음 마킹 영역의 어느 항목이 체크 되었는지를 판단한다.

### 3. OMR 답안 마킹 인식

OMR 답안 마킹 항목들의 외접 사각형 영역을 정규화한 영상을 [그림 10]과 같이 이진 영상으로 변환한 다음 각 항목 영역의 흑색화소 밀도정보를 이용하여 사용자가 마킹한 항목을 인식한다.

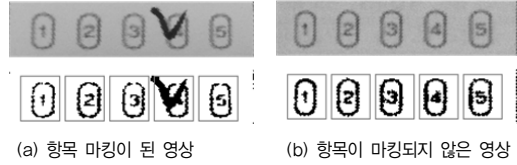


그림 10. 추출한 답안 마킹 영상을 이진화 하고 항목의 마킹 영역을 사각 테두리로 표시한 예

답안 마킹 영상의 각 항목을 동일한 크기의 사각형 영역으로 구분하고 사각형 영역 내의 흑색 화소 밀도를 계산하여 답안 체크 여부를 확인한다. 각 항목의 사각형 영역을 점유하는 흑색 화소의 밀도가 가장 높은 항목을 체크 후보 항목으로 추출한다. 이 때 항목이 마킹되지 않은 경우도 존재할 수 있기 때문에 다음과 같이 체크 후보 항목의 밀도  $B_{max}$  와 나머지 항목들의 평균 밀도  $B_{mean}$  차이가 임계치  $T_{omrcheck}$  를 넘을 경우 최종 체크 항목으로 판단한다.

$$B_{max} - B_{mean} \geq T_{omrcheck} \quad (4)$$

식에서 임계치  $T_{omrcheck}$  는 실험적으로 설정하였으며 밀도의 차이가 식 (4)를 만족하지 않을 경우 체크된 항목이 없는 것으로 판단한다.

## IV. 실험 및 결과 고찰

제안한 시험 문항별 OMR 답안 항목 체크 자동 인식 알고리즘을 PC에 구현하여 시뮬레이션 해본 다음 Android Studio의 jni를 이용해서 Native C 코드 형태의 안드로이드 라이브러리파일을 생성하고 Java 코드로 인터페이스를 코딩을 하는 방식으로 갤럭시 노트 3에 구현하고 실험하였다.

실험용 데이터베이스는 갤럭시 노트 3로 다양한 시험 문제의 OMR 답안 항목을 거리 및 방향을 달리하면서 촬영한 1632 x 1224 크기의 24비트 영상 368장으로 구성하였다. 시험 답안 항목이 체크하지 않은 경우에도 정확하게 판단할 수 있는지 확인하였다.



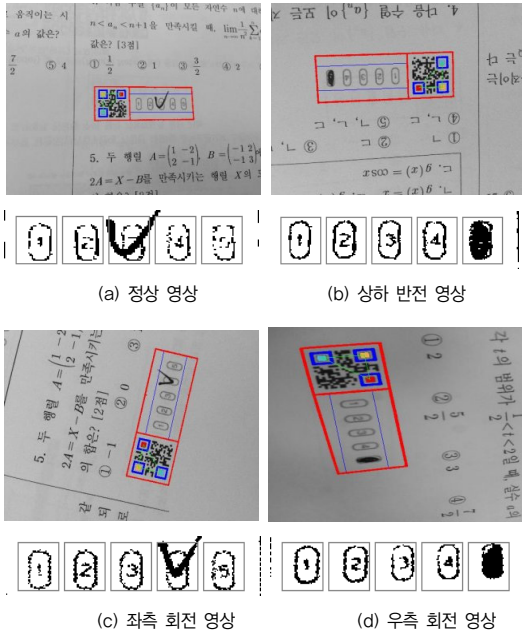


그림 11. 다양한 형태의 OMR 시험 양식에서 답안 영역을 검출하고 방향 및 크기를 정규화 한 예

[그림 11]에 다양한 거리 및 회전 영상들에 대해서 OMR 시험 답안 영역을 검출하고 방향 및 크기를 정규화한 예를 보였다. 답안 영역을 추출하기 위해 QR코드의 위치 찾기 심볼들을 찾는 방식을 이용했기 때문에 회전 방향이나 거리에 무관하게 정확하게 영역을 검출해서 정규화 할 수 있음을 확인하였다. 데이터베이스로 구축한 368장의 OMR 시험지 답안 영상에 대해서 답안 영역 추출 및 답안 항목 체크 자동 인식 실험 결과를 [표 1]에 도시하였다.

표 1. OMR 답안 항목 체크 자동 인식 실험 결과

	답안 영역 추출	답안 항목 체크 자동 인식
성공	366(99.5%)	366( 100%)
실패	2( 0.5%)	0( 0.0%)
합계	368	366

368장의 OMR 시험 답안 영상에 대해서 OMR 답안 영역을 검출하고 정규화 하는 실험을 수행한 결과 전체 영상의 99.5%인 366장으로부터 정확하게 OMR 마킹

영역을 추출할 수 있었다. OMR 마킹 영역 추출에 성공한 366장의 영상에 대해서 체크된 항목을 자동으로 인식한 결과 100% 정확하게 체크된 항목을 인식할 수 있었다. 본 실험은 학생이 시험을 치르는 일반적인 조명 상태에서 안드로이드의 카메라 자동 포커싱 라이브러리 함수를 이용하여 카메라 촬영 모듈을 구현하는 방식으로 초점이 정확한 영상을 촬영할 수 있는 환경을 구축하고 360도 모든 방향으로 시험 체점을 위해 눈으로 영상의 내용을 판독할 수 있을 정도의 거리에서 촬영한 영상들을 대상으로 수행하였다.

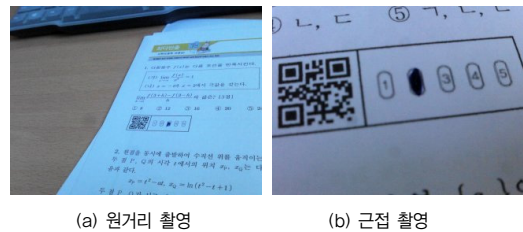


그림 12. 답안 영역 추출에 실패한 예 (a) 원거리 촬영으로 QR코드 검출 실패, (b) 근접 촬영으로 답안 영역 테두리 소실

[그림 12]에 답안 영역 추출에 실패한 2개의 영상을 도시하였다. 원거리 촬영으로 위치 찾기 심볼들이 주변 화소들과 겹쳐져 QR 코드 검출에 실패한 경우와 근접 촬영으로 답안 영역 테두리가 소실되어 영역 추출에 실패한 경우를 도시하였다.

시험지에 문항별로 제공된 OMR 답안 영역을 스마트폰으로 촬영해서 체크 항목을 인식하는 연구결과 및 상용화 결과가 발표되지 않아서 직접적인 성능 비교는 어렵지만 본 알고리즘은 OMR 답안 항목 체크 인식용 비즈니스 모델에 적용할 수 있을 정도로 비교적 우수한 성능을 갖고 있음을 것을 확인하였다.

## V. 결론

본 논문에서는 스마트폰을 이용하여 시험지 각 문항별 OMR 답안 항목에 체크된 답을 자동으로 추출하여 인식할 수 있는 알고리즘을 제안하고 갤럭시 노트 3에

구현하였다. 회전 및 크기에 무관하게 답안 영역을 추출하기 위해 QR 코드 위치 찾기 심볼 코드를 이용하였고 OMR 답안 항목을 검출해서 크기 및 방향을 정규화하였으며 각 항목들의 화소 밀도를 계산해서 체크된 항목을 인식하는 방법을 제안하였다. 국내외적으로 스마트폰을 이용한 시험지 문항별 OMR 답안 체크 항목 자동 인식 솔루션이 발표되지 않아서 직접으로 인식 성능을 비교하기 어렵지만 본 알고리즘을 적용했을 경우 368개의 OMR 답안 영상에 대해 99.5%의 체크 항목 인식률을 보여서 비즈니스 모델에 이용할 수 있음을 확인하였다.

#### 참 고 문 헌

- [1] S. Gaikwad, "Image Processing Based OMR Sheet Scanning," IJARECE, Vol.4, Issue.3, pp.519-522, 2015.
- [2] A. Zampiroli, J. A. Gonzalez, and O. Neves, "Automatic Correction of Multiple-Choice Tests using Digital Cameras and Image Processing," Universidade Federal do ABC, Brasil, 2010.
- [3] J. Zhou, Y. Kiu, and A. Kumar, "Research on Distortion Correction of QR Code Images," Int. J. of Computer Science and Technology, pp.415-420, 2012.
- [4] 박광욱, 한상률, 장보현, 이종연, "이차원 QR Code의 디코딩 알고리즘," 한국컴퓨터교육학회 동계 학술발표논문지, 제18권, 제1호, pp.131-132, 2014.
- [5] Geetha Kiran A and Murali S, "Automatic Rectification of Perspective Distortion from a Single Image Using Plane Homography," Int. J. of Computational Sciences & Applications, Vol.3, No.5, pp.47-58, 2013.
- [6] B. Gato, I. Pratikakis, and S. Perantonis, "Adaptive Degraded Document Image Binarization," Pattern Recognition, Vol.39, pp.317-327, 2006.
- [7] 김진호, "카메라기반의 왜곡이 보정된 흑백 문서

영상 생성," 한국콘텐츠학회논문지, 제15권, 제11호, pp.18-26, 2015.

#### 저 자 소 개

##### 노 덕 수(Duck-Soo Noh)

정회원



- 1977년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1983년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1996년 8월 : 경북대학교 전자공학과(공학박사)
- 1983년 3월 ~ 현재 : 경일대학교 전자공학과 교수  
<관심분야> : 광패턴인식, 광신호처리, 광컴퓨팅

##### 김 진 호(Jin-Ho Kim)

정회원



- 1985년 8월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1988년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 경일대학교 전자공학과 교수  
<관심분야> : 패턴인식, 영상처리, 컴퓨터비전