

의료용 설문지 자동인식 시스템 개발

(Development of Automatic Medical Questionnaire Recognition)

권 경 수¹⁾, 김 항 준²⁾, 박 세 현^{3)*}

(Kwon Kyung Su, Kim Hang-Joon, and Park Se-Hyun)

요 약 본 논문에서는 비전 기술을 이용한 의료용 설문지 인식 시스템 개발을 제안한다. 제안한 시스템은 의료·보건 분야의 지역사회 건강조사에서 사용되는 대량의 설문지를 대상으로 정확한 인식 및 효과적 일괄처리를 할 수 있다. 시스템은 설문지 스캐닝, 답안 인식 및 오류 데이터처리, 결과데이터 검증, 이미지 저장 및 DB구축, 설문결과 분석으로 구성되어 있다. 기존의 자동인식을 위한 시스템과 달리 사용하는 설문 양식에서 자유롭고, 다양한 표기와 오폭기를 처리하여 정확한 인식을 가능하게 한다. 제안한 시스템은 실험을 통해 표기에 대한 98.9% 인식률을 확인하였다.

핵심주제어 : DIO가공시스템, 유전자 알고리즘

Abstract In This Paper, We Propose the Development of a Medical Questionnaire Recognition System using Vision Technology. The Proposed System is Able to Accurately Recognize and Effectively Process a Large Number of Questionnaires used in Community Health Surveys in the Medical and Health Fields. The System Consists of Questionnaire Scanning, Answer Recognition and Error Data Processing, Result Data Verification, Image Storage and DB Construction, and Analysis of Questionnaire Results. Unlike Existing Systems, This System is Free from the Form of Questionnaires used, and Enables Accurate Recognition by Processing Various Markings and Erroneous Markings. Experimental Results Show that the Proposed System has 98.9% Recognition rate.

Key Words : Questionnaire Recognition, High-speed Scanning, Image Analysis, ADF

1. 서 론

일반적으로 설문조사 시에 작성된 내용을 전산화하기 위해서 OMR카드, 카드리더기와 같은 정형화된 규격의 답안지와 이를 자동으로 인식할 수 있는 장치를 필요로 하는 카드리딩 방식 기술

을 사용했다[1]. 최근 국내·외의 관련 기술로써 스캐너를 통해 읽어 들인 답안지를 이미지파일로 저장한 후에 인식·처리 프로그램을 통해 설문지의 내용을 전산 데이터화하는 스캐닝 방식의 기술들이 등장하고 있다[2-6]. 이 기술들은 일반용지(A4, B3, A3)를 사용하여 설문지/시험지와 답안지를 따로 구성하지 않고 답안을 함께 표기 가능하도록 하고 있다. 또한 카드리딩 방식의 OMR카드 리더기를 사용하지 않고 사무실이나 가정에서 사용하는 일반적인 스캐너만 있으면 각종 데이터를 전산화할 수 있고, 다양한 인터페이스를 통해 결과 확인 및 분석할 수 있도록 구축

* Corresponding Author : sehyun@daegu.ac.kr

† 이 논문은 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

Manuscript received Mar, 18, 2017 / revised Apr, 20, 2017 / accepted Ap, 24, 2017

1) 동서대학교 디지털콘텐츠학부, 제1저자

2) 경북대학교 IT대학 컴퓨터학부, 제2저자

3) 대구대학교 정보통신공학부, 교신저자

되어 있다. 이러한 시스템의 문제점은 대상 설문지의 양과 형식이 복잡할 때 인식률이 낮음을 알 수 있다. 특히 의료설문과 같은 설문지는 설문지의 수와 형태가 매우 다양하고 복잡하며 피조사자의 수가 많아 수작업으로 빠른 시일 내에 처리하기 어렵다[6].

본 논문에서 개발한 시스템은 다양하게 자유로운 양식으로 제작된 대량의 설문지를 인식하고, 이들 데이터를 일괄 처리하여 DB화하는 시스템을 개발하였다. 이는 대량의 설문지/답안지를 자동문서 공급 장치(ADF)에 의해 한 번에 약 60매씩 연속 공급하고, A4 단면 200dpi 기준으로 약 30ppm, 양면으로 약 60ipm 고속 스캔과 동시에 스캔 중에 발행하는 밀립과 뒤틀림을 보정하도록 개발한다. 스캔된 이미지들은 개발될 시스템의 설문지 인식기를 통해 원문자로 구성된 답안 체크 여부 및 오류 표기를 판단할 수 있도록 하고, 검증 소프트웨어를 통해 주관식 답안의 입력과 이미지 저장, 오류표기 등을 확인 가능토록 한다. 또한 다양한 통계 프로그램을 통해 처리 결과를 분석할 수 있도록 한다.

2장에서는 기술현황에 대해, 3장에서는 구현한 시스템에 대한 설명을 한다. 4장에서는 이를 활용한 실험결과를 알아보고 마지막으로 결론을 내린다.

2. 관련 연구

2.1 국내의 관련 연구

설문인식 시스템에 대한 국내 기술 동향을 살펴보면 서울 경기지역에 위치하고 있는 엘씨테트와 KGCSOFT에서는 전용 카드리더 방식이 아닌 일반 용지를 사용하는 스캐닝 처리 방식을 채택한 설문지/답안지 인식을 수행하고 있으며 일반 시중에서 판매하는 기성품 스캐너를 사용하여 특정 양식으로 작성된 설문지/답안지를 스캔하여 이미지 보관 및 인식 처리하고 있다. 또한 해외의 주요 설문지/답안지 인식 관련 업체에서 스캐닝 방식을 채용한 솔루션 연구 개발을 활발히 진행 중이며 이미 Gravic, Inc. 사의 스캐닝 방식의

OMR 처리는 제한된 자율양식을 작성할 수 있는 소프트웨어 개발과 이로 만들어진 설문지/답안지를 일반 스캐너를 이용한 인식처리 시스템을 개발 하였다.

국내에서 ETEST의 해외기술 유치를 시작으로 서울 경기지역 일대에 위치한 업체들이 이와 비슷한 스캐닝 방식의 솔루션 및 시스템 개발이 활발히 진행 중에 있으며 대부분 업체가 요구하는 제한된 양식을 사용하고 이를 스캐닝 방식으로 인식 처리하고 있는 추세이다. 최근 건강조사와 같은 자유롭고 복잡한 설문조사의 인식 처리의 요구가 늘어나는 추세이고, 이들 업체가 제시하는 솔루션 및 시스템이 충족시키지 못하고 있다. 따라서 보다 유연한 양식으로 작성된 대량의 설문지 인식과 고속처리 시스템의 개발이 업계에서 부상하고 있다.

국내·외 시장 규모는 현재 설문지 인식과 관련한 기술 개발이 국·내외로 진행이 되어 지고 있으며, 현재 국내 대학병원, 보건소 허브와 이차 보건소등에서 관련 기술을 필요로 하고 있다. 이에 따라 국내외연구 시장 규모를 살펴보면 국내 의료기관의 수는 대학병원 50여개 보건소 수백여 개로 추산된다. 국외의 관련 기술을 사용하고 있는 기관으로는 회사, 교육기관, 관공서 등으로 하나의 업체가 100여개 이상의 솔루션을 제공하고 있다. 국내의 경우 시스템 구축의 단가가 200~400만원으로 볼 때 시장 규모는 매년 20억 원 정도이며 해외의 경우 2배 이상의 시장규모를 가지고 있다. 이외에도 다양한 분야에서 설문지 인식을 필요로 하고 있으며 이에 따라 시장규모는 기하급수적으로 크질 것으로 예상된다.

2.2 자동 설문인식시스템

일반적으로 설문조사는 병원, 보건소와 같은 의료기관, 시·군·도청과 같은 행정기관 등에서 다양하게 시행되고 있다. 이러한 설문조사는 적게는 수백 건에서 많게는 수만 건을 처리해야 한다. 특히 대학병원과 보건소와 같은 의료기관에서 수행하는 설문은 한 건당 작게는 20페이지에서 많게는 40페이지 이상으로 구성된다. 또한 설문지의 형식이 자유롭고 다양하여 기존의 설문지

인식 시스템에서는 처리하기 어렵다. 기존의 설문 인식 시스템에서는 문제간의 간격, 답안 문자의 간격 등이 정해진 형식으로 양식을 구성해야 하므로 설문지 한 건당 페이지 수가 기존에 사용하는 설문지 보다 2배 이상의 페이지로 구성되어 야하기 때문이다. 이러한 대량의 설문지를 제작하고 인쇄하는데 많은 비용이 소비되고, 그렇지 않고 인력을 사용하여 처리하여 분석할 경우 또한 많은 비용의 소비와 기간이 소요된다. 이러한 처리를 위해 크게 스캐닝 방식과 OMR 방식을 사용한다. 아래 표는 스캐닝 방식과 OMR 방식의 특징을 비교 분석하였다.

Table 1 Comparison of Automatic Questionnaire Recognition System

Method	S : Scanning O : OMR Card Reading
Principle	<ul style="list-style-type: none"> · Answer Sheet is scanned by a High-speed scanner. · It is saved as image files. S · The marked answers are recognized by software. (Recognizes all pens except red color) · Traditional grading method O · Use a sign pen for marking · Recognition by card reader
Features	<ul style="list-style-type: none"> · Take on the latest technology · Not used OMR card · Use the common paper instead of OMR card · Efficient use of High-speed scanner S · Image navigation makes it easy to find errors(marking mistake, multi-marked answer) · Reduced processing time · Digitization documents · High reliability · High speed · It is the method that is adopted and used in the tests by many national institutions such as the test of the college entrance examination and the certification examination. O

일반적인 스캐닝 방식의 설문지 처리에 대한 시장의 요구로 이와 관련된 여러 업체들은 비용 절감 및 처리 기간의 단축이라는 이점에서 기존의 스캐닝 방식 보다 진보된 기술 개발에 박차를 가할 것이다. 이미 미국의 Gravic, Inc. 사는 스캐닝 방식 OMR 처리의 솔루션을 개발하여 세계적으로 공급하고 있으며 국내 중소기업인 ETEST는 이 솔루션을 국내에 위판하고 있다. 하지만 앞서 제시한 복잡하고 자유로운 건강조사 양식의 대량 설문지 처리에는 적절하지 않고, 수요 기관에서도 설문지 제작의 유연성을 요구하고 있는 추세이다. 본 과제의 수행을 통해 관련 기술을 국내에 보급함으로써 국내 설문지 인식 솔루션 업체의 개선된 기술에 대한 수용과 수요 기관의 요구에 따른 장비 및 시스템 공급이 시급한 실정이다. 또한 관련 업체들은 수도권 내에 거점을 두고 있어 이러한 기술의 홍보 및 보급이 미흡하여 지역의 자체 개발기술 수용 및 운용이 필요한 시점이다.

3. 개발 시스템

3.1 시스템 개요

본 논문의 제안 시스템은 대량설문지가 자동으로 스캐너를 통해 스캔되어 입력되면 설문인식 프로그램이 이를 받아 인식 및 처리하고, 이를 최종결과 확인 및 데이터 분석을 위하여 다음 시스템으로 넘겨준다.

본 시스템의 목표는 의료·보건 분야의 지역사회 건강조사에서 사용되는 설문지를 대상으로 인식 및 일괄 처리할 수 있는 시스템이다. 대상 설문지는 설문의 수와 형태가 매우 다양하고 복잡하며 피조사자의 수가 많아 수작업으로 빠른 시일 내에 처리하기 어렵다. 따라서 본 논문에서 개발한 시스템의 세부 기술 개발 목표는 다음과 같다.

- 고속 영상 스캔을 위한 영상 보정 칩셋 및 스캐닝 속도 제어 보드의 설계 및 제작
- 이를 내장하여 구동하기 위한 스캐너 작동 소프트웨어 개발

Development of Automatic Medical Questionnaire Recognition

- 설문지 템플릿 작성 소프트웨어 개발
- 설문지 인식기/처리기 개발
- 전산화를 위한 결과 데이터의 DB 구축
- 데이터 검증을 위한 UI 개발

또한 기존의 설문지 인식 및 처리의 문제점들을 해결하기 위해 기존의 설문 양식을 바꾸지 않고, 대량의 설문지를 최소의 인력으로 빠른 기간 내에 처리도록 고속 스캐닝 방식을 채택한 영상 분석 및 인식 시스템을 개발하였다. 스캐닝 방식은 스캐너로 답안이 표기된 설문지를 스캐닝 하여 이미지 파일로 보관하고, 동시에 답안 체크 위치를 인식하여 프로그램에서 설문을 처리하는 방법이다. 본 시스템의 특징 및 장점은 다음과 같다.

- 기존의 수작업 처리의 대부분 영역을 자동으로 처리 가능
- 문항과 답안지를 함께 사용함으로써 피조사자의 편의 제공
- 기존의 양식을 고수한 자유롭고 복잡한 설문지 처리 가능
- 답안 작성에 사용되는 필기도구의 제약 탈피
- 오류 답안의 검출 및 수정에 용이
- 원본 문서의 전산화를 통해 디지털 이미지 데이터로 DB구축 및 보관

이터로 DB구축 및 보관

스캐닝 방식의 설문지 인식 처리는 고속 스캔을 이용한 이미지 분석 및 인식 기술로써 고속 스캔의 위한 하드웨어 설계와 구현, 인식 처리를 위한 소프트웨어 제작으로 시스템을 구현할 수 있다. 먼저 고속 스캔과 동시에 영상 보정 기능이 탑재된 스캐너의 하드웨어 설계 후, 이를 구동하기 위한 관련 소프트웨어 제작과 인식 및 검증을 위한 소프트웨어를 차례로 개발하여 전체 시스템의 기능 및 성능을 확인한다. 개발될 시스템의 처리 순서는 다음과 같다.

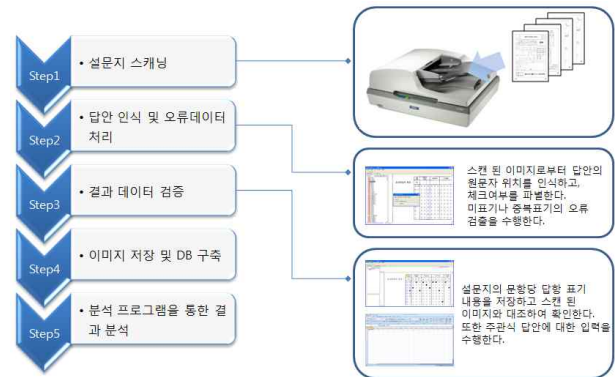


Fig. 1 Data Processing Steps



Fig. 2 Configuration of The Questionnaire Recognition System

3.2 시스템 구성

개발된 대량의 설문지 인식 일괄처리 시스템은 고속 스캐닝을 위한 용지 공급 장치(ADF)와 영상 보정 칩셋, 스캔 속도 제어보드 등의 하드웨어 부분과 설문지 인식기, 처리 및 검증프로그램 등의 소프트웨어 부분으로 구분하여 구성할 수 있다. 또한 하드웨어 장치의 동작을 위한 스캐너 응용프로그램도 소프트웨어 부분으로 포함될 수 있다. 핵심 부분은 영상 보정 칩셋과 설문지 인식기 부분이며, 전체 시스템 구조는 아래와 같이 구성될 수 있다.

3.2.1 전처리 장치

전처리 장치는 다음과 같은 구성으로 이루어져 있으며, 그 역할은 고속의 문서보급, 영상보정, 대량 스캔 제어 등이다[7-9].

- 대량 자동문서 공급 장치
- 다양한 사이즈의 설문지 인식을 위한 영상 보정
- 영상 보정 시스템
- 대량 스캔을 위한 제어 시스템

3.2.2 설문지 인식 시스템

설문지의 구성은 Fig. 4와 같이 문항과 답항으로 구성되어 있다. 객관식의 경우 답항은 원문자로 표기된 영역을 마킹함으로써 답안이 작성된다. 설문지 인식기는 설문지 내에서 답항의 원문자 위치와 영역을 검출하고, 영역내의 명암대비로 답항이 체크되었는지 여부를 인식한다. 인식기에서 필요로 하는 기능은 다음과 같다.

- 문항 번호 및 객관식 또는 주관식 여부 판별
- 주관식 영역의 영상 저장 및 DB 관리
- 오폭기 인식 및 분류

3.2.3 후처리 소프트웨어

인식이 끝난 데이터는 후처리 및 검증 과정을 거친다. 각각의 필요 과정은 다음과 같다.

- 주관식 영역의 영상 캡처 및 DB화

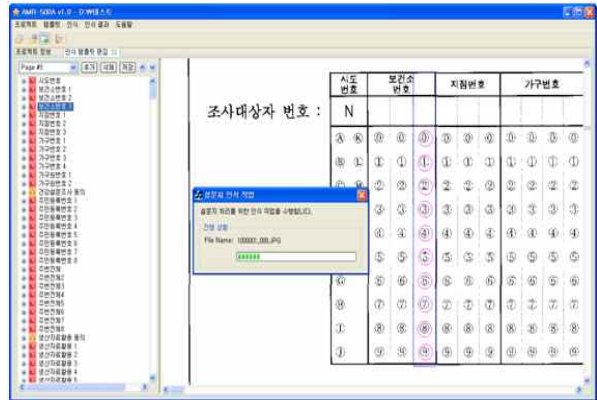


Fig. 3 Questionnaire Recognition Software

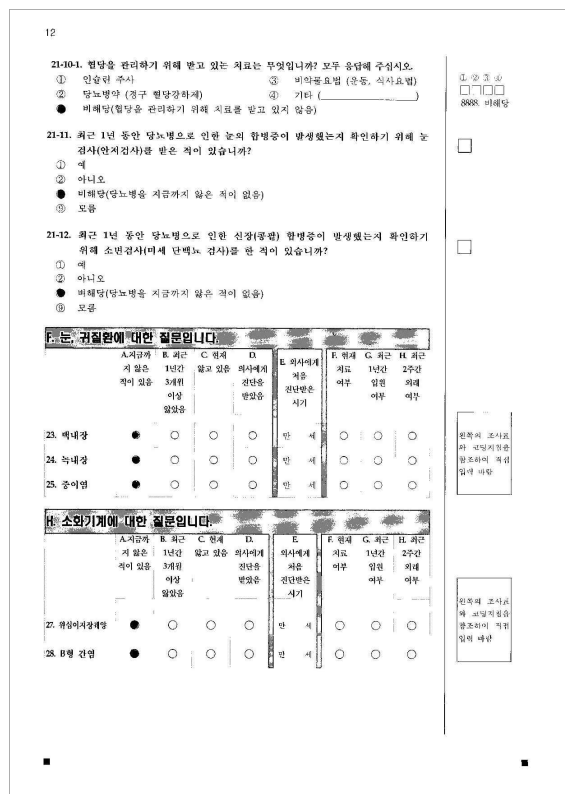


Fig. 4 Example of Questionnaire

- 오폭기 인식 및 분류설문지 건당 분류
- 프로그램 오퍼레이터의 오인식에 대한 검증 프로그램
- 오인식 수정
- 템플릿 작성 소프트웨어(새로운 설문인식을 위한)
- 원본 문서의 이미지 데이터 보관

4. 실험 결과

본 논문에서는 다양하고 자유로운 양식으로 제작된 대량의 설문지를 비전 기술을 이용하여 일괄처리하기 위한 시스템을 개발하였다. 일반적으로 설문처리는 설문지작성, 설문조사, 설문데이터 코딩, 코딩된 데이터 분석의 단계로 처리된다.

실험을 위한 하드웨어는 대량의 설문지를 자동 문서 공급 장치(ADF)에 의해 한 번에 약 60매 이상으로 연속 공급 가능하게 하고, A4 단면 200dpi 기준으로 약 30ppm, 양면으로 약 60ipm 이상의 고속 스캔과 동시에 스캔 중에 발행하는 밀립과 뒤틀림을 보정하도록 개발하여 전체 시스템에서 인식 처리능력을 30ppm 이상으로 이끌어 냈다.

제안한 시스템의 성능과 데이터에 대한 인식률을 평가하기 위해 대상 설문지는 복잡도가 높은 지역사회 건강조사 설문을 사용하였다. 설문지는 36페이지 분량으로 주관식 26문항과 객관식 182문항으로 구성되어 있고, 인식률은 객관식 문항의 표기된 데이터에 대한 평가이다.

설문데이터 생성을 위해 표기 방법을 달리하는 10명을 대상으로 동일한 대상 설문지를 5회씩 작성토록 하여 총 50개의 설문지 데이터를 생성하였다.

먼저 제안한 시스템의 처리성능은 1set 설문지에 대해 스캔 단계를 제외한 오폭기 분류 및 확인 과정을 거쳐 코딩까지의 처리시간은 평균 47초로 오폭기된 데이터에 대한 2~3회 확인과정을 제외하면 실시간 처리됨을 확인할 수 있다.

Table 2에서 데이터구분은 10명이 작성한 설문지 5set의 구분이고, 각 객관식 910문항에 대한 인식 성공 판정여부로 인식률을 평가하였다. 평균 인식률은 98.9%로 설문지 코딩 후 분석결과에 영향을 주지 않는 결과이다. 대부분의 오인식은 설문 작성자가 잘못 표기한 체크를 오폭기하기 위한 'x' 표기와 의도하지 않은 표기를 인식하는 경우이다. 이러한 오폭기 인식들은 시스템의 오폭기 확인 단계에서 데이터 수정처리 될 수 있도록 개발되었다.

Table 2 Results of Recognition Ratio

Persons	Success	Failure	Ratio(%)
No. 1	900	10	98.9
No. 2	905	5	99.5
No. 3	910	0	100.0
No. 4	890	20	97.8
No. 5	900	10	98.9
No. 6	905	5	99.5
No. 7	895	15	98.4
No. 8	900	10	98.9
No. 9	905	5	99.5
No. 10	890	20	97.8
Avg.	900	10	98.9

5. 결론

본 논문에서는 설문지 자동인식 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 다양하게 자유로운 양식으로 제작된 대량의 설문지를 인식하고, 이들 데이터를 일괄 처리하여 DB화하는 시스템이다. 이는 대량의 설문지를 고속 스캔과 동시에 스캔 중에 발행하는 밀립과 뒤틀림을 보정하도록 개발하였다. 스캔된 이미지들은 설문지 인식기를 통해 답안 체크 여부 및 오류 표기를 판단하고, 검증 소프트웨어를 통해 주관식 답안의 입력과 이미지 저장, 오류표기 등을 확인 가능토록 한다. 또한 다양한 통계 프로그램을 통해 처리 결과를 분석할 수 있도록 하였다.

향후 연구 분야로는 다양한 객관식 문제 인식 분야, 산업계의 표준 양식 인식 등 실제 산업과 연계되는 활용분야가 매우 높을 것으로 기대된다.

References

[1] Park, Y. H., "The Current Status and Prospects of Medical Record & Privacy Protection Policy", Korean Journal of Medicine and Law, Vol. 13, No. 1, pp. 87-98, 2005.

[2] Park, S. H., Hwang, J. H., Ju, J. S., Ko E. J., Ryu, J. T., and Kim, E. Y., "VFH-based Navigation using Monocular Vision", Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 16 No. 2, pp. 65-72, 2011.

[3] Park, S. H. and Ryu, J. T., "Face Detection for Medical Service Robot", Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 16, No. 3, pp. 1-10, 2011.

[4] S. Gaikwad, "Image Processing Based OMR Sheet Scanning," IJARECE, Vol. 4, Issue. 3, pp. 519-522, 2015.

[5] A. Zampirolli, J. A. Gonzalez, and O. Neves, "Automatic Correction of Multiple-Choice Tests using Digital Cameras and Image Processing," Universidade Federal do ABC, Brasil, 2010.

[6] Noh, D. S., Kim, J. H., "Automatic Identification of the OMR Answer Marking Using Smart Phone", Journal of the Korea Contests Association, Vol. 16, No. 9, pp. 694-701, 2016.

[7] Geetha Kiran A and Murali S, "Automatic Rectification of Perspective Distortion from a Single Image Using Plane Homography," International Journal of Computational Sciences & Applications, Vol. 3, No. 5, pp. 47-58, 2013.

[8] B. Gato, I. Pratikakis, and S. Perantonis, "Adaptive Degraded Document Image Binarization", Pattern Recognition, Vol. 39, pp. 317-327, 2006.

[9] J. Zhou, Y. Kiu, and A. Kumar, "Research on Distortion Correction of QR Code Images," International Journal of Computer Science and Technology, pp. 415-420, 2012.



권 경 수 (Kwon, Kyung Su)

- 정회원
- 금오공과대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 경북대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 동서대학교 디지털콘텐츠학부 조교수
- 관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식, 인공지능



김 항 준 (Kim, Hang-Joon)

- 종신회원
- 서울대학교 전자공학과 공학사
- 한국과학기술원 전산학과 공학석사
- Shizuoka University 공학박사
- 경북대학교 IT대학 컴퓨터공학부 교수
- 관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식, 인공지능



박 세 현 (Park, Se-Hyun)

- 종신회원
- 경북대학교 공학박사(컴퓨터비전 전공)
- (진)조선대학교 교수, (현)대구대학교 정보통신공학부 교수
- 멀티미디어학회, 정보처리학회 이사
- 관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식