
Embedded System 기반 Vision Box 설계와 적용

이종혁*

Design and Application of Vision Box Based on Embedded System

Jong-hyeok Lee*

이 논문은 2007학년도 경성대학교 연구년 지원에 의하여 연구되었음

요 약

비전 시스템은 카메라를 통하여 획득한 이미지 정보를 캡쳐 후, 이를 분석하여 물체를 인식하는 것으로서, 차종 분류를 포함한 다양한 산업현장에서 사용하고 있다. 이런 필요성으로 인하여 차종 분류를 위한 많은 연구가 이루어지고 있으나 복잡한 계산과정으로 인하여 처리 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

본 논문에서는 임베디드 시스템을 기반으로 하는 Vision Box를 설계하고 이를 사용한 차종인식 시스템을 제안하였다. 제안한 Vision Box의 성능을 자동차의 차종분류를 통한 사진 테스트 결과 최적화된 환경조건에서는 100%의 차종별 인식률을 보였으며, 조명 및 회전의 작은 변화에 따른 테스트에서 차종인식은 가능하였으나, 패턴점수가 낮아졌다. 제안한 Vision Box 시스템을 산업 현장에 적용한 결과 처리시간, 인식률 등에서 산업체의 요구 조건을 만족 할 수 있음을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

Vision system is an object recognition system analyzing image information captured through camera. Vision system can be applied to various fields, and automobile types recognition is one of them. There have been many research about algorithm of automobile types recognition. But have complex calculation processing, so they need long processing time.

In this paper, we designed vision box based on embedded system, and suggested automobile types recognition system using the vision box. As a result of pretesting, this system achieves 100% rate of recognition at the optimal condition. But when condition is changed by lighting and angle, recognition is available but pattern score is lowered. Also, it is observed that the proposed system satisfy the criteria of processing time and recognition rate in industrial field.

키워드

Embedded System, Vision system, Vision Box, Automobile Type Recognition

* 경성대학교 공과대학 컴퓨터공학과

접수일자 2009. 06. 04

심사완료일자 2009. 07. 09

I. 서 론

영상처리는 영상을 입력으로 받아 처리한 다음 처리 결과를 영상으로 출력하는 것을 일컫는데 반하여 컴퓨터 비전(Computer Vision) 또는 머신 비전(Machine Vision)은 여러 매체 중에서 카메라를 이용하여 2차원의 위치 데이터를 입력받아 처리한 다음 처리결과를 명령 데이터로 출력하는 시스템을 말하는 것으로, 물체를 인식하거나 분류, 또는 검사해 주는 자동화 장치로써 최근 들어서 많이 이용되고 있다[1, 2].

비전 시스템의 응용은 산업분야에서는 문자인식, 제품분류, 방향 및 각도 측정, 치수측정, 조립 및 가공 상태 검사, 그리고 결합 및 이물질 검사 등에 사용되고 있다 [3].

산업화가 활발히 이루어지면서 자동차의 수요도 세계적으로 급증하고 있다. 제한된 인력으로 열악한 교통 관리체계를 극복하고자 하는 노력의 일환으로 자동차의 자동인식 시스템의 개발에 비전 시스템을 이용하고 있다. 단일프레임의 교통영상에서 차량의 존재 유무를 판단하고자 하는 연구[4], 자동차의 종류와 번호판을 인식하는 다양한 연구[5-8]는 교통단속은 물론 교통량 조사, 도난 차량의 검거, 출입 차량의 통제, 주차 시설 관리 등의 다양한 분야에서 효과적으로 이용되고 있다. 그러나 이러한 연구들은 대부분 도로 교통과 차량의 분류에 국한되었으며, 계산이 복잡하고 메모리의 비중이 커지고 처리시간이 많이 소요되는 문제점이 있다.

자동차 생산 공정은 크게 엔진 및 트랜스미션 공장, 프레스 공장, 차체 공장, 도장 공장, 조립공장으로 나누어진다. 그 중 차체(파트인식), 도장 공정(실리, 중도, 상도, 범퍼)에서 자동화가 특히 많이 되어 있다. 여기서 사용되고 있는 방법으로는 RF tag에 작성된 차종정보를 읽는 방법, 대차 또는 차체에 타각, 마킹 또는 터칭 형태로 작성된 바코드를 읽어 차종정보를 읽는 방법, 각 차체의 형태 특성을 파악하여 광전 스위치를 설치하고 온/오프의 조합에 의해 차종을 인식하는 방법, 카메라를 이용하여 입력된 차체의 형태와 특성 패턴을 인식하여 차종을 구분하는 방법 등이 이용되고 있다. 카메라, 컴퓨터, 비전보드, 디지털 입출력 보드, 릴레이 패널, PLC 등을 이용하여 공정에 유입되는 차체의 종류를 판단하는 시스템을 차종인식비전 시스템이라고

한다.

본 논문에서는 차종인식 비전시스템에서 필요한 컴퓨터를 대체할 수 있는 Vision Box를 설계하고, Easy Access solution을 이용하여 여러 차종이 혼류하고 있는 자동차 생산 공장에서 차종인식에 적용할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 차종변화와 조명과 회전 등의 환경 변화에 따른 차종인식 평가를 사전 테스트를 통해 확인하고 결과를 바탕으로 생산 공장에 적용하여 제안한 시스템의 최종 성능을 확인하고자 한다.

II. 설 계

임베디드 시스템을 기반으로 하는 Vision Box는 비전의 기준이 되는 시스템으로서 카메라로부터 들어온 화상정보를 인식, 분석하는 물체의 동작을 인식하는 소프트웨어 처리 및 입출력 보드제어 등 전체 시스템을 총괄 제어한다.

이들 조건을 만족하는 Vision Box의 블럭도를 그림1에 나타내었다.

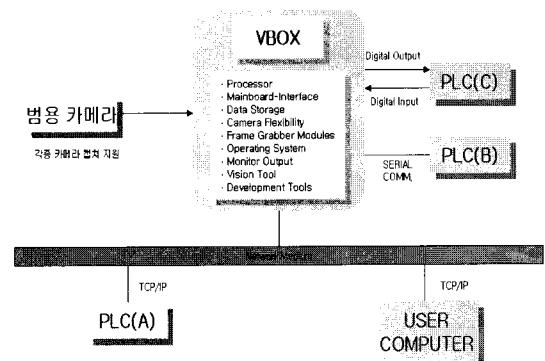


그림 1. 비전시스템의 블럭도
Fig. 1. Block diagram of vision system

일단 이 시스템에서 가장 우선시 되어야 할 문제는 움직이는 물체의 센싱 방식이다. 특별한 외부의 부가적인 센서를 사용하지 않고 카메라를 통하여 들어오는 화상 정보와 기하학적 계산을 통하여 물체를 식별할 수 있도록 한다[9, 10].

설계하고자 하는 Vision Box의 중요한 요소 중의 하나인 카메라는 시장에서 일반적으로 구할 수 있는

CCD(Charge Coupled Device) 카메라를 사용한다. CCD 카메라를 통하여 들어온 정보는 캡쳐 보드에 의해 컴퓨터가 인식 할 수 있는 신호로 변환하여 주도록 한다.

그림 2에 Vision Box를 구성하는 소프트웨어와 하드웨어의 계층구조를 나타내었다.

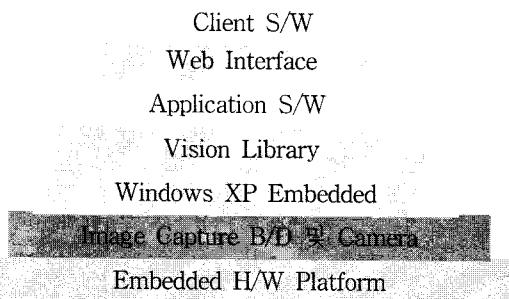


그림 2. 소프트웨어와 하드웨어의 계층구조
Fig. 2. Hierarchic structure of software and hardware

Vision Box에 사용될 운영체제는 안정적이고 풍부한 기능의 커넥티드 디바이스를 신속히 개발 가능하고, 임베디드 개발자가 사용자 정의된 임베디드 디바이스에서 필요로 하는 풍부한 기능만을 개별적으로 선택할 수 있는 운영체제를 사용한다. 카메라를 통하여 들어온 화상정보를 분석 및 식별과 동작인식을 위한 프로그램은 개발자가 쉽게 사용할 수 있도록 비전 엔진 툴 등을 이용하여 프로그래밍 한다. 장치 제어에 가장 많이 사용되고 있는 PLC의 지원을 위하여 디지털 입출력, 직렬통신 및 TCP/IP 통신이 가능하도록 한다. 그리고, 별도의 클라이언트 컴퓨터를 통해서 사용자가 모니터링 할 수 있도록 한다.

III. 구현

Vision Box에 사용될 운영체제는 Microsoft사의 윈도우즈 임베디드 XP를 사용하였고, 화상정보 분석 및 식별과 동작인식을 위한 프로그램 툴은 E-Vision Tool과 [11] Visual .Net을 이용하였다. 카메라는 삼성 SDC 7XX를, 캡쳐를 위하여 EURESYS Picolo 보드를 사용하였다. Vision Box와 PLC 간의 직렬통신에서 7비트 정보(데이

터 비트 5비트와 릴레이의 고장 및 파손에 의한 에러를 감지하기 위한 2비트)를 사용하였다.

3.1 영상구현 및 차종학습

차종인식을 위한 흐름도를 그림 3에 나타내었다. 먼저 차종 학습을 위하여 데이터베이스용 차종 영상의 패턴을 생성 및 저장 한다. 차종 인식을 위하여 들어오는 차량에 대해 영상을 캡쳐하여 저장한다. 그 다음에 차량에 대한 영상을 추출 및 필터링을 거친 후 저장된 기준 차종 패턴과 비교하여 유사도를 검출하고 가장 높은 유사도의 차종을 입력되는 차량의 차종으로 하였다.

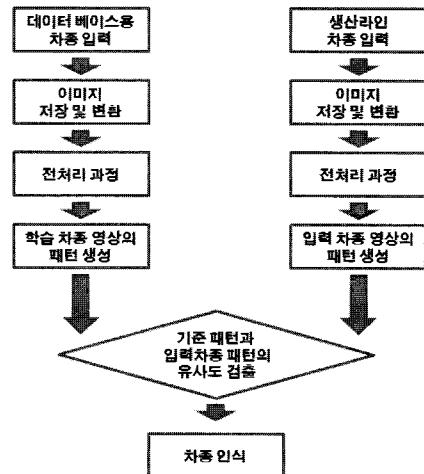


그림 3. 차종 인식 흐름도
Fig. 3. Automobile type recognition flow chart

3.1.1 실시간 영상 구현

카메라에서 입력되는 영상을 프레임 단위로 jpg파일로 저장하고, 해당 파일을 Gray Level로 변환하여 보여주는 것을 그림 4에 나타내었다.

3.1.2 관심영역 지정

관심영역 지정은 차종인식 시스템이 설치될 장소에 따라 다를 수밖에 없다. 사전 테스트 경우에서는 차량 정면에 카메라를 설치한 후 관심 영역을 지정하였다. 이 때, ROI로 설정할 수 있는 부분은 좌·우 전조등, 중앙부의 라디에이터 그릴, 전면 유리창, 사이드 미러, 그리고 자동차의 앞면차체 등이 있다.

```

private Sub ezVidCap1_FrameCallback(ByVal lpVHdr As Long)
If SaveSeq = True Then
    ezVidCap1.SaveDIB "c:\buf1.jpg"
    SaveSeq = False
    If Dir("c:\buf2.jpg") <> "" Then
        EC24Image1.Load "c:\buf2.jpg"
    End If
Else
    ezVidCap1.SaveDIB "C:\buf2.jpg"
    SaveSeq = True
    If Dir("c:\buf1.jpg") <> "" Then
        EC24Image1.Load "c:\buf1.jpg"
    End If
End If
'저장된 jpg 파일을 GrayLevel로 변환한다.
EasyMain1.Convert EC24Image1.object, EBW8Image1.object
EBW8Image1.Refresh
End Sub

```

그림 4. 이미지 저장과 Gray Level로 변환
Fig. 4. Image save and convert to gray level

하지만, 전면유리창의 경우 대조되는 특징이 부족하며, 사이드 미러는 일반적으로 자동차별로 공통된 형태를 가지고 있으므로 부적합하며, 자동차의 앞면 차체는 Don't Care Areas의 비중이 너무 커지므로 부적합하다. 그러므로 차종별로 전체적인 이미지를 결정하는 중요한 요소인 프론트 마스크에서 3개의 관심영역, 즉 차량 전면부의 좌·우 전조등과 중앙부의 라디에이터 그릴을 관심영역으로 지정하여 학습시켰다.

이미지 높이와 넓이의 1/4 되는 지점을 중점으로 하여, 넓이와 높이의 1/2 이 되는 영역을 ROI의 초기 영역으로 지정하며 이를 그림 5에 나타내었다.

```

' 패턴영역의 초기이미지 설정
EBW8ROI1.ParentImage=EBW8Image1.object
' 패턴영역을 컨트롤하는 핸들 설정
EBW8ROI1.DrawFrame eFrameOn, True
' 패턴영역의 라인 컬러 설정
EBW8ROI1.DrawColor = vbRed
'초기패턴의 중점과 영역의 크기 설정
EBW8ROI1.ROIOrgX=EBW8Image1.ImageWidth/4
EBW8ROI1.ROIOrgY=EBW8Image1.ImageHeight/4
EBW8ROI1.ROIWidth=EBW8Image1.ImageWidth/2
EBW8ROI1.ROIHeight=EBW8Image1.ImageHeight/2

```

그림 5. ROI 초기값 지정
Fig. 5. Set initial value of ROI

현장 테스트 경우에서는 차종인식 시스템이 설치될 현장 위치에 따라 차종을 잘 인식할 수 있도록 사전 테스트에서 지정했던 관심영역을 고려하여 최종적으로 관심영역을 지정하였다.

3.2 차종인식

두 이미지의 패턴 비교를 위한 개념도를 그림 6에, 패턴 위치값 계산 알고리즘을 그림 7에 나타내었다. 그림 6과 7에서 EBW8ROI1.ROIOrgX는 A1 영역의 가장 왼쪽의 위쪽 x좌표를 나타내며, EBW8ROI1.ROIWidth/2는 A1 영역 가로 폭/2를 나타낸다. 따라서 이 두 값을 더하면 저장된 패턴 이미지 A1 영역의 센터 값이 구해진다. 같은 방법으로 y의 좌표도 구한다. A2의 좌표를 A1에 빼주면 A1과 A2의 거리가 구해진다. 이 거리를 구하여 파일로 저장하고 현재 입력받은 이미지와 비교하게 된다.

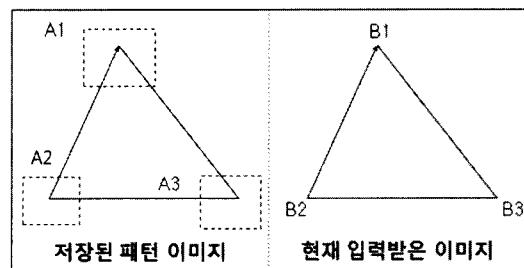


그림 6. 두 이미지의 패턴 비교
Fig. 6. Comparison pattern of two image

```

' 지정한 패턴의 위치값 저장 (ROI1)
Open "Position"+Combo1.Text + ".dat" For Output As #1
Write #1, (EBW8ROI1.ROIOrgX+EBW8ROI1.ROIWidth/2),
      -(EBW8ROI2.ROIOrgX+EBW8ROI2.ROIWidth/2),
      (EBW8ROI1.ROIOrgY+EBW8ROI1.ROIHeight/2),
      -(EBW8ROI2.ROIOrgY+EBW8ROI2.ROIHeight/2)
Close #1

```

그림 7. 패턴 위치값 계산
Fig. 7. Calculation of pattern position value

저장된 패턴 이미지를 불러서 입력받은 영상의 대상을 찾는데 필요한 파라미터를 설정하고 대상을 인식한다. 패턴인식 과정을 거치면 패턴 인식 점수가 저장된다.

저장된 패턴에서 거리 값과 입력받은 영상의 거리 값 차이의 절대값을 구하여 Area Threshold보다 작으면 인식 점수를 저장한다. 설정에 있는 Find Score 값을 불러와서 인식 값이 더 크면 각 인식 지점에 표시된다.

패턴과 좌표를 파일로부터 읽어서 현재 입력되는 이미지와 비교를 수행하는 알고리즘을 그림 8에 나타내었다. 단, 비교를 할 때에는 패턴에 오차정도를 지정한다.

```
If Dir("PA" + CStr(index) + ".JPG") <> "" Then
    pt1.Load "PA" + CStr(index) + ".JPG"
        ' Finding Parameters
    EFind1.AngleBias = Form2.Text1.Text
    EFind1.AngleTolerance = Form2.Text2.Text
    EFind1.ScaleBias = Form2.Text3.Text / 100
    EFind1.ScaleTolerance = Form2.Text4.Text / 100
    EFind1.MaxFeaturePoints = Form2.Text5.Text
    EFind1.ContrastMode = Contrast
    EFind1.FeatureSelection = eFndNatural
    EFind1.Learn pt1.object
    Learnt1 = True
    EFind1.Find EBW8Image1.object
End If
```

그림 8. 저장된 이미지와 현재 이미지와의 비교
Fig. 8. Comparison of saved and present image

3.3 사전 테스트

1) 차종변화에 따른 차종인식 평가

자동차 생산 공장에서는 기종이 완전히 다른 것 혹은 기종은 같지만 문의 개수가 다른 것 등을 포함하여 보통 3종에서 4종정도가 혼류하고 있다. 따라서 본 실험에서는 차종수(승용차 기준)를 5로 하였다. 각 차종별로 인식 테스트 결과 중 일부를 그림 9에 나타내었다.



그림 9. 차종별 인식 테스트 결과
Fig. 9. Result of auto types recognition test

각 차종별 평균 점수가 93~96점의 분포를 보였으며, 인식률이 매우 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 각 차종별 분류 실험은 20회 한 결과를 표 1에 나타내었다. 한 프레임의 이미지를 처리하는데 걸리는 평균시간은 71[ms] 미만이었으며, 최대 처리시간은 94[ms]이었다. 이는 공장에서 요구하는 최소 인식처리시간인 0.5초보다 충분히 적음을 알 수 있었다.

표 1. 차종별 처리시간
Table 1. Auto types processing time

단위: [ms]

차종	패턴점수	최소처리시간	최대처리시간	평균처리시간
1	90이상	42	94	71
2	90이상	18	65	42
3	90이상	20	69	46
4	90이상	28	76	50
5	90이상	32	82	57

2) 환경변화에 따른 차종인식 평가

그림 10의 (a)는 각 차종별로 조명 변화의 영향을, (b)는 회전 변화에 대한 영향을 테스트한 결과이다. 그 결과 조명은 어느 정도 어두어졌을 때와, 회전각이 15°미만일 때, 패턴 점수가 약간 떨어지긴 했지만, 차량인식에 문제가 없음을 알 수 있었다.

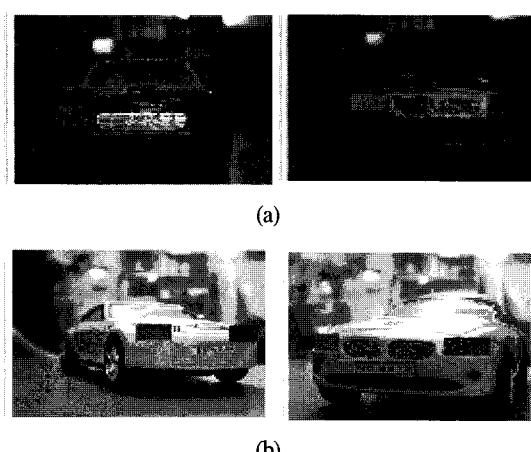


그림 10. 환경변화에 대한 인식 테스트 결과.
(a) 조명, (b) 회전각

Fig. 10. Result of recognition test at different environment. (a) illumination, (b) rotation angle

3.4 현장 테스트

현장에서 차종 인식 시스템의 요구조건은 표 2와 같다. 차종 인식 처리 시간은 기존 작업에 지장을 주지 않는 범위에서 완료하도록 되어 있으며, 인식률을 구할 때 차량의 기준 대수는 생산 라인에 따라 다르지만 그러나 인식률은 99.9%를 요구하고 있다.

표 2. 차종인식 시스템의 요구조건

Table 2. Auto type recognition system requirement condition

구분	단위	요구사항	비고
처리시간	초	실시간	생산속도
기준대수	대	1,000-5,000	생산속도
인식률	%	99.9	

현장에 차종인식시스템을 적용하기 위하여 먼저 현장에서 다양한 영상 정보를 획득하였다. 그 중 일부를 그림 11에 나타내었다.

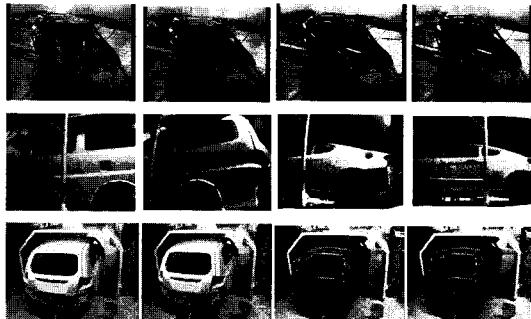


그림 11. 다양한 현장 영상

Fig. 11. Various field image

사전 테스트에서 습득한 ROI 설정 방법을 현장 영상에 적용하였다. 사전 테스트의 관심영역과는 다른 부분은 후방램프, 도어라인 등도 관심영역을 지정하였을 때 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 차종인식 프로그램을 최적화 한 후 현장 테스트를 하였으며 그 일례를 그림 12에 나타내었다.

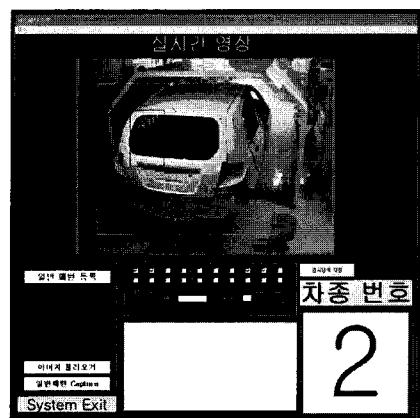


그림 12. 현장 적용 결과

Fig. 12. Field application result

차종인식 프로그램으로 인한 인식률은 요구 조건을 만족 할 수 있음을 확인 할 수 있었으나, 차종요구 신호를 보내는 리미트 스위치의 불량등으로 인하여 전체 인식률은 요구조건을 만족하지 못 할 경우가 있었다.

IV. 결론

비전 시스템은 기존의 육안 감시가 필요한 모든 분야에 적용될 수 있고, 자동차의 인식과 관련된 시스템의 개발에도 비전 시스템을 사용하고 있다. 그러나 이러한 연구들은 대부분 도로 교통과 차량의 분류에 국한되었으며, 계산이 복잡하고 메모리의 비중이 커지고 처리시간이 많이 소요되는 문제점이 있다.

본 연구에서는 임베디드 시스템을 기반으로 하는 Vision Box를 설계하였으며, 차종인식을 위해서 CCD 카메라와 캡쳐보드를 통해 입력받은 영상을 캡쳐하고, Easy Access solution을 이용하여 그 영상정보에서 관심영역을 저장 후, 저장된 관심영역 이미지를 불러서 입력받은 영상의 대상을 찾아 차종을 분류하는 방법을 제안하였다.

설계한 Vision Box를 차종분류 시스템에 적용하여 성능을 분석하였다. 사전 테스트 결과 최적화 된 환경조건에서는 100%의 차종별 인식률을 보였으며, 조명 및 희전각의 작은 변화에 따른 테스트에서 차종인식은 가능하였으나, 패턴 점수가 낮아졌다.

제안한 Vision Box 시스템을 산업 현장에 적용한 결과 처리시간, 인식률 등에서 산업체의 요구 조건을 만족할 수 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] 박화규, 채규열, 구한서, 이윤석, 정창성, “마킹과 품질검사의 동시 처리 비전 시스템의 개발”, 한국정보과학회지, 28권 2호, pp. 397 ~ 399, 2001.
- [2] 왕지남, 박창목, 박상민, “Vision System for Inspection a Large Set of Bolts”, 대한산업공학회, 96년도 추계학술대회, 2004.
- [3] 이지영, 이병곤, “Vision Inspections System for Component Array and Wire Bonding”, 충북대학교 산업과학기술연구소, 산업과학기술연구 논문집, 18권, 2004.
- [4] 이대호, 박영태, “단일프레임에서 차량검출을 위한 그림자 분류기법”, 정보과학회논문지 소프트웨어 및 응용, 제34권 제 11호 pp. 991 ~ 1000, 2007.
- [5] 이우용, “통합 네트워크 환경의 영상기반 차종인식 시스템 구현”, 아주대학교 전자공학과, 2001.
- [6] 기용걸, 백두권, “신경망을 이용한 루프검지기 차종분류 알고리즘”, 정보과학회논문지, 소프트웨어 및 응용, 제33권 제 5호, pp. 489 ~ 498, 2006.
- [7] 김광백, 조재현, “퍼지신경망을 이용한 자동차 번호판 인식 시스템”, 한국 컴퓨터정보학회 논문지, 제12권 제5호, pp. 313-319, 2007.
- [8] 이시현, 최시영, 이계열, 김용수, “개선된 IAFC 퍼지 신경회로망을 이용한 차량 번호판 인식”, Proceedings of KISS Fall Conference Vol 18. No. 2, pp. 313 ~ 318, 2008,
- [9] 김성진, 권기룡, 이응주, “차량 식별마크와 번호판 인식을 통한 차량인식”, 한국멀티미디어학회, 2006.
- [10] 박강령, “실시간 비전 카메라를 이용한 시선 위치 추적 시스템”, 한국정보과학회, 논문지 B, 30권 12호, pp. 1228 ~ 1238, 2003.
- [11] Euresys eVision 매뉴얼 및 Samples

저자소개



이종혁(Jong-Hyeok Lee)

1975년 부산대학교 전자공학과 학사

1980년 부산대학교 전자공학과 석사

1991년 부산대학교 전자공학과 박사

1990년~현재 경성대학교 컴퓨터공학과 교수

1998년 7월~1999년 6월 미국 Beckman Institute, Univ. of Illinois, 객원연구원

※ 주관심분야: 인공지능, 컴퓨터시스템, 음성인식