효과적인 객체 검출을 위한 계층적 트리 구조를 이용한 조명 온톨로지 분류

강성관[*], 이정현[**]

Light-Ontology Classification for Efficient Object Detection using a Hierarchical Tree Structure

Sung-Kwan Kang[*], Jung-Hyun Lee[**]

요 약 본 논문에서는 상황 변화 환경에서 적응적인 객체 인식을 위한 계층적 트리 구조를 이용한 조명 온톨로지 분류에 대한 방식을 제안한다. 본 논문에서는 상황이 불변하는 환경에서 동작하는 개발된 많은 시스템을 찾아냈고, 상황에 맞는 감지를 위한 새로운 개념의 트리 구조를 이용한 온톨로지를 도입하였다. 조명의 영향이 상황 인지 인식 시스템을 아주 설계하기 어려운 시스템으로 만들기 때문에 본 논문에서는 트리 구조의 온톨로지를 사용하여 이러한 상황 변화 시스템을 설계하는데 더 중점을 두었다. 온톨로지는 일반적으로 사람들이 특정 분야의 것들에 대해 생각하는 방법의 추상적 모델에서 전형적으로 캡처된 한 분야의 개념화의 명시적 사양으로 정의 할 수 있다. 인간은 기본 원칙과 환경을 이해하고 설명하기 위해 온톨로지를 생성한다. 본 연구에서는 상황 온톨로지, 상황 모델링, 상황 적응 및 조명 기준에 따라 트리 구조 온톨로지를 설계하는 상황 분류를 제안했다. 조명 온톨로지의 적당한 영역을 선택한 후, 그 영역에서 더 나은 성능을 생산하는 동작의 한 집합을 선택하는데 있어서 장점을 얻었다. 본 논문에서는 역동적인 변화 환경에서 객체 인식의 영역에서 이러한 개념을 이용하여 폭 넓은 실험을 수행하였으며 제안하는 기본 개념에 대해 수행할 수 있는 많은 성공을 얻었다.

주제어 : 객체 검출, 상황 인지, 상황 모델링, 조명 온톨로지, 특징점 추출

Abstract This paper proposes a ontology of tree structure approach for adaptive object recognition in a situation-variant environment. In this paper, we introduce a new concept, ontology of tree structure ontology, for context sensitivity, as we found that many developed systems work in a context-invariant environment. Due to the effects of illumination on a supreme obstinate designing context-sensitive recognition system, we have focused on designing such a context-variant system using ontology of tree structure. Ontology can be defined as an explicit specification of conceptualization of a domain typically captured in an abstract model of how people think about things in the domain. People produce ontologies to understand and explain underlying principles and environmental factors. In this research, we have proposed context ontology, context modeling, context adaptation, and context categorization to design ontology of tree structure based on illumination criteria. After selecting the proper light-ontology domain, we benefit from selecting a set of actions that produces better performance on that domain. We have carried out extensive experiments on these concepts in the area of object recognition in a dynamic changing environment, and we have achieved enormous success, which will enable us to proceed on our basic concepts.

Key Words : Object Detection, Context-Awareness, Light-Ontology, Feature point Detection

[*]인하대학교 컴퓨터정보공학부 박사과정
[**]인하대학교 컴퓨터정보공학과 교수
논문접수: 2012년 10월 25일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2012년 11월 20일

1. 서론

센서 정보 처리의 급속한 발전은 집중적인 연구 및 조사를 위해 고용 될 수 있는 신뢰할 수 있고 저렴한 정보를 제공 하는 것을 보장한다. 이것은 시스템에 대한 입력을 갖는 침입 탐지 시스템, 홈 네트워크, 텔레매틱스, 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅을 사용하는 영역에서 영상 센서 정보에 관하여 언급 한 적이 없다. 위에서 언급 한 목적을 위해 강력한 시스템을 만들려면, 그것은 이러한 응용 프로그램과 서비스가 인식하고 매우 역동적 인 환경에서의 변화 상황에 적응해야한다는 것을 의미한다. 모든 연구의 목적은 모든 방법을 사용하여 비전 시스템의 정확성을 향상시키는 것이다. 그러나, 정확성의 향상은 특이한 환경에서 제한된 변화가 상황의 환경 변화를 많이 만들기 때문에, 쉬운 일이 아니다.

본 논문의 목적은 조명 환경을 효과적으로 구분할 수 있는 계층적 구조의 트리 형태의 온톨로지를 구성하는 것이다[1][2]. 상황 인식 시스템의 온톨로지의 도움으로 적응적인 객체 인식 시스템의 정확도를 향상시킬 수 있다. 대부분의 인식 시스템, 유비쿼터스 시스템 또는 간섭적인 인증 컴퓨팅 시스템의 대부분은 동적 환경에서 약간의 조명의 변경으로 인해 다양한 변화된 영상을 생성하기 때문에 결국에 시스템들은 성능의 손실을 유발한다.

이 논문에서는 고효율 객체 인식을 달성하기 위해 온톨로지의 관점에서 조명에 따라 환경 상황 조직의 소설 개념을 소개하는 트리 구조 온톨로지 방법을 제안한다. 여기서 제안하는 트리 구조의 온톨로지는 반복적으로 비감독 학습 방법을 사용하여 입력 이미지의 조명 변화를 구별하고 온톨로지 방식으로 조직화 되고 조명 온톨로지로서 명명되어지는 조명 이미지 카테고리를 생성한다. 이 시스템은 또한 다양한 인식 시스템의 분야를 연구하는 GA(Genetic Algorithms)의 효율적인 탐색을 위한 각 조명 카테고리 인식기 집합을 생성한다. 인식기 집합은 작업 재구성 염색체라는 인공 염색체의 관점에서 인코딩 된다[3][4]. GA는 각각 식별된 데이터 상황 카테고리에 대한 가장 효과적인 인식 시스템 구조를 연구하는데 사용된다. 개별 상황 영역의 지식과 효율적인 인식기의 연관된 염색체의 지식은 지식베이스에 저장된다. 일단 충분한 상황 지식이 축적되면 이 방법은 실시간으로 이러한 변화에 반응 할 수 있다. 이 조명 온톨로지 개념은 동적인 변화 환경에서 상황 인식에 적용되고 인식기 집합은 그 상황에 따라서 선택되어지고, 결국 선택된 인식기 집합은 객체 인식에 대하여 적용되어진다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 상황 인식 추론 시스템에 대해서 기술한다. 3장에서는 제안하는 객체 인식에 대한 트리 구조의 온톨로지의 설계에 대해서 기술한다. 4장에서 실험 결과를 기술하고, 5장에서 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

2. 상황 인식 추론 시스템

상황 인식 시스템은 똑같은 의미론적 이해의 사용자, 장치 및 서비스와 같은 서로 다른 개체 간에 교환하고 사용될 수 있는 상황 정보가 필요하다. 온톨로지는 개념화의 명시적 명세이다[5]. 그것이 존재의 제목을 의미하는 철학에서 오랜 역사를 가지고 있다. 온톨로지는 지식 공유 및 재사용을 지원하기 위해 개념의 관계형 구조에 대한 설명으로 생각 할 수 있다.

상황 인식 온톨로지는 상황 정보의 모든 특성을 획득할 수 있어야 한다. 첫째, 상황의 다양한 변화를 획득 할 책임이 있다. 둘째, 영역의 분리는 의미있는 방식 안에서 된다. 본 논문에서는, 환경적 상황 온톨로지, 어떤 기준의 관점에서 분류학적 계층은 영역 분리를 수행한다. 그것은 환경 속성의 다른 유형을 구별 할 수 있다.

2.1 환경적인 상황 온톨로지 기술

환경 상황 온톨로지는 비,눈, 햇빛과 같은 환경의 가능한 상황을 기초로 하는 상황 인식을 만들기 위하여 사용될 수 있다. 환경적 데이터는 상황 데이터와 동작데이터로써 구분되어진다. 입력 상황 데이터 (컨텍스트 확인)는 확인될 필요가 있고, 해당 작업 데이터에 대한 가장 효과적인 분류의 유효성을 검사하는 데 사용해야 한다. 따라서, 상황 데이터는 가능한 한 입력 동작 데이터와 관련하여 모델링해야 된다. 환경적 상황 온톨로지는 상황 모델링, 상황에 맞는 적응 및 상황 인식을 사용하여 만들 수 있다.

2.2 상황 모델링

상황 모델링은 영역 분류 획득, 영역 지식 기반, 상황에 맞는 데이터 샘플링 및 수동으로 이미지 특징 포인트의 조합으로 수행된다[4]. 본 논문에서 온톨로지는

FERET 합성 이미지로 구성되어 있다. 응용 프로그램 영역에 따라서 이 온톨로지는 확장될 수 있다. 수치적 특징은 영상의 기본 내용이다. 32 X 32 커널을 가진 28 특징점은 특징 추출과 연관되어진다[4]. <표 1>은 영상에서 조명의 방향에 따른 조명 온톨로지를 구성하는 표이다.

〈표 1〉 영상의 오른쪽 방향 영역의 상위 레벨 표현의 예(오른쪽 방향으로 비추어진 조명 영상)

영역 부류	오른쪽 방향
상위 클래스	영상
하위 클래스	{오른쪽_위, 오른쪽_아래, 오른쪽_중간, 오른쪽_원점}
속성	{ 방향, 각도, 평균거리}
방향	{역방향, 0, 정방향}
각도	{25,50,95,120}
평균	평균 거리

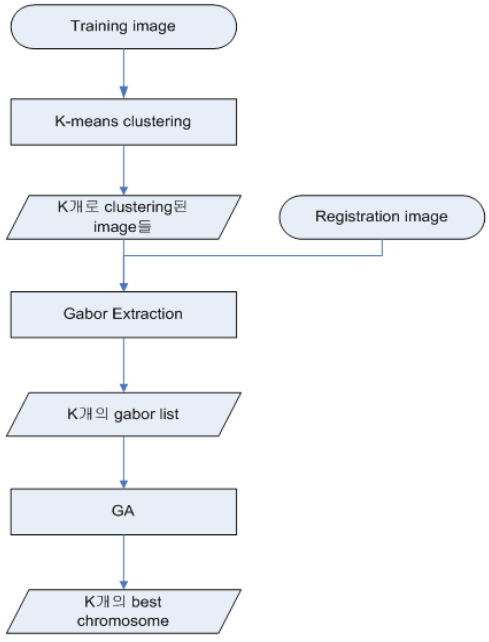
2.3 상황 적용

상황 변화로써 명명되어지는 동적으로 변화하는 환경에서 몇 가지 상황이 있을 수 있다. 상황 적용 시스템이 지식 획득 단계를 수행하는 동안 다른 상황 변화를 학습하기 위해 지원한다. 상황 적용 작업의 예는 시스템이 동작 중일 때 어떤 순간에서 특정 상황을 탐지하는 방법에 관한 지식을 만드는 것이다.

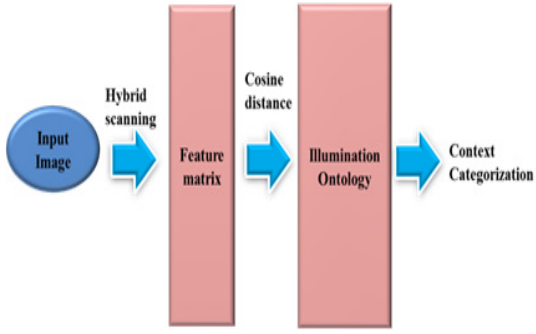
온톨로지 구축은 다른 상황 변화에 따라 수행 할 수 있다. 어떤 상황이 서로 유사한 경우 그들은 온톨로지에서 클러스터로 참조되어지는 개념과 연결된다. 이를 위해 본 논문에서는 트리 구조를 구축하기 위해 별도의 클러스터에 클러스터링 알고리즘을 사용한다. 그런 다음에 온톨로지를 생성 할 수 있는 트리 구조의 각 노드에 대한 개념을 할당해야 한다[5].

그 중에서도, 상황을 변경하려면 환경에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 요소가 있을지라도, 본 논문에서는 조명과 같은 햇빛을 선택하였다. 상황 변화는 조명의 변화에 따라 다양하게 변하고 온톨로지에 상황 변화에 따라서 구성되어진다[9]. 그래서 본 논문에서는 그 온톨로지를 트리 구조의 조명 온톨로지로서 명명하였다.

[그림 1] (a)는 조명 온톨로지의 생성 방식을 보여주고 있고 [그림 1] (b)는 환경적인 상황 데이터로부터 상황을 만드는 방법을 보여준다. 시스템 성능과 효과는 클러스터링의 성공에 따라 달라진다.



(a) 온톨로지 구성을 위한 학습



(b) 온톨로지를 이용한 상황 분류

[그림 1] 온톨로지 구성을 위한 학습과 상황 분류

어떤 클러스터링 알고리즘은 오류가 없다. 그러한 이유는, Dunn이 했던 것과 같이 잘 인용되는 클러스터 유효성을 사용하여 클러스터링 측정을 테스트 했기 때문이다[6][7].

2.4 상황 범주화

상황의 범주화는 실행 시간에 환경적 상황에 대하여 시스템을 인식하기 위하여 필요하다. 이 인식을 바탕으로, 시스템은 그 상황에서 최대 정확도를 수행할 수 있는 인식기 집합을 선택할 수 있다. Cosine 거리 [8], K-NN

[8]과 유클리드 거리[8]가 일반적인 거리 측정 기술이다. [그림 1](b)는 상황 범주화의 방식을 보여준다.

2.5 적응적인 객체 인식을 위한 상황 인식 인식기 선택

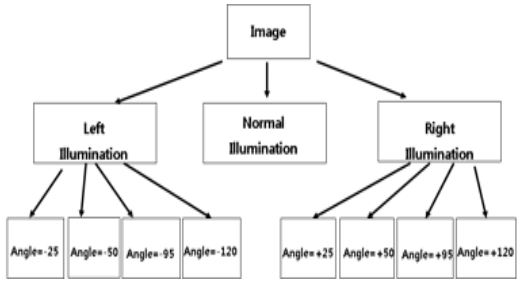
인식기 선택은 시스템의 정확성에 중요한 규칙을 제공한다. 그것은 어떤 전처리 도구가 다른 상황 속성에서 동작하지만, 전처리 도구가 잘못 인 경우 선택된 인식기 낮은 성공률을 나타낸다는 것을 보여준다. 예를 들어, retinex [4]와 히스토그램 균등화 [10] 각각 어두운 이미지와 일반 이미지에 잘 동작한다. 이 전처리가 반대 순서로 선택하면 매우 저조한 성공률을 생산한다[4]. 상황 인식이 실험 환경의 상황에 대한 시스템을 감지할 때 인식기 집합이 적당하다는 것을 이해하기 쉽다. 인식기 조합의 프레임 워크는 참조에 따라 공식화 할 수 있다[11].

3. 객체 인식에 대한 트리 구조 온톨로지의 설계

본 논문에서 트리 구조의 온톨로지는 환경 상황의 조명에 따라 구성되어진다. 온톨로지 표현 방법이 다양하고 세부 사항 및 로직의 요구 수준에 따라, 계층 구조의 개념을 온톨로지로써 나타낸다. 예를 들어, 제안하는 방법에서 조명 온톨로지는 이미지가 자신의 조명, 일반 조명, 어두운 조명, 좌측 방향 조명, 우측방향 조명에 따라 순서대로 만들어진 상황 상태의 집합이다.

본 연구에서는, 입력 이미지는 작업 데이터뿐만 아니라 상황에 맞는 데이터로 사용된다. 진화 모드에서 상황 모델링 단위 클러스터 (모델) 개체 데이터 이미지가 이전 섹션에 기술한 것과 같이 여러 데이터 상항 카테고리 안으로 분류되어진다. 각 클러스터는 하나의 데이터 상황 카테고리를 나타낸다 . 클러스터 집합은 온톨로지를 생성하기 위해 계층 구조 방식으로 구성된다. 조명 온톨로지의 논리적 구조는 [그림 2]와 같이 표현된다. 이 시스템은 조명 온톨로지에서 상황 인식을 하고 객체 인식 과정에 적용되는 최적의 인식기 집합을 선택한다.

본 논문에서는 인공 조명 영상을 생성하기 위하여 좌측, 정면, 우측의 편향 조명과 조명 밝기 값을 세 단계로 조정해서 9가지의 조명환경을 가정하여 실험 환경을 구성한다. clustering algorithm의 정확도를 판단하기 위하여 K-means를 사용하여 인공조명 영상으로 실험한다.. 클러스터를 생성하기 위한 K-means 알고리즘, 클러스터를 인식하기 위한 코사인 거리 측정 등이 있다[9].

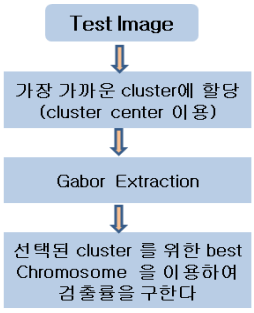


[그림 2] 트리 구조로 된 조명 온톨로지의 논리적 구조

이에 따라 유전자 알고리즘 (GA)을 사용하여 인식기 시스템을 선택한다. 그것은 데이터 상황 범주의 관점에서 경험 지식을 저장한다. 그리고, 상황 지식이 되도록 하기 위하여 지식 베이스 안에 인공 염색체가 축적될 수 있고 나중에 사용된다. 각각의 염색체는 일치하는 데이터 상황 범주를 위하여 최적 구조의 인코딩을 나타낸다.

[그림 3]에서 보여지는 것과 같이 분류된 조명 환경마다 다른 Gabor set을 적용하여 객체 인식을 담당한다. 즉, 전처리, 기능 표현, 및 클래스 결정. 전처리는 객체 인식을 위한 안정적인 품질의 이미지를 최대한 제공하기 위해 수행된다. 여기에 전 처리 단계를 수행하기 위하여 사용된 방법은 히스토그램 균등화와 end-in 색조 대비 방법이다. 본 논문에서는 특징 표현의 동작 원형으로써 개개의 특징점 서로 다른 가중치를 가진 가보 벡터를 채택하였다. 단순성을 위하여, 제안하는 방법에서는 클래스 결정 단계의 동작 원형으로써 서로 다른 임계값을 가진 비 인자 인식 방법인 k-nn's 방법을 채택한다. 온톨로지를 기반으로 객체 인식의 구조는 [그림 3]과 같이 표현된다.

본 논문에서는 복합 검사 방법으로써 영상을 처리하였고 클러스터링을 위하여 K-means 알고리즘을 적용하였다. 이 방법에서는 조명 온톨로지를 생성하는 조명 레벨의 관점에서 계층 형태로 클러스터를 구성하였다. 그 다음에 이 방법은 염색체의 관점에서 지식 기반으로 해당 클러스터의 이미지를 이용하여 각 상황 모델에 가장 적합한 인식기 집합을 평가하기 위해 유전자 알고리즘을 적용하였다. 그 방법에서는 평가할 때, 시스템이 조명 온톨로지를 통해 환경적인 상황을 인식하고 지식 베이스와 관련하여 인식하도록 하였다.



[그림 3] 온톨로지 구성과 객체 인식의 적용

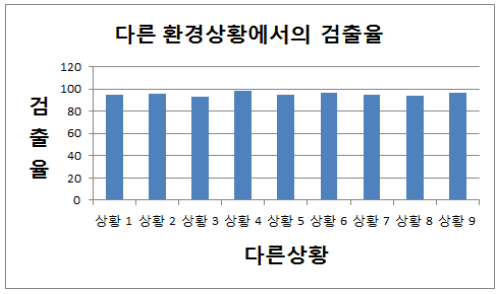
4. 실험 결과

국제 표준 FERET [11] 데이터 집합은 객체 인식에 사용된다. 그러나 본 논문에서는 합성 FERET 데이터 집합에 조명 온톨로지를 구축하고자 하였다. 합성 FERET 데이터 세트는 각 FERET 이미지에 대하여 아주 높은 밝기, 중간 정도의 밝기, 낮은 정도의 밝기 수준과 좌우와 정면 조명 방향을 구별함에 의하여 생성된다.

이러한 연구는 트리 형태의 계층적 온톨로지의 관점에서 동적 변화 환경에서 객체 인식 방법 중 하나를 보여준다. 주요한 쟁점은 환경 상황에 관한 온톨로지를 개발하는 것이다. 환경 상황에 관한 표준 데이터베이스가 없기 때문에, 본 논문에서는 합성 이미지를 사용하여 인위적으로 생성된 환경 상황에서 객체인식을 구현하기로 결정하였다. 이 시스템은 먼저 합성 이미지에 조명 온톨로지를 생성한다. 제안하는 방법에서는 9가지의 가능한 환경 상황을 가정하였기 때문에 그 방법의 온톨로지는 9개의 노드를 생성한다.

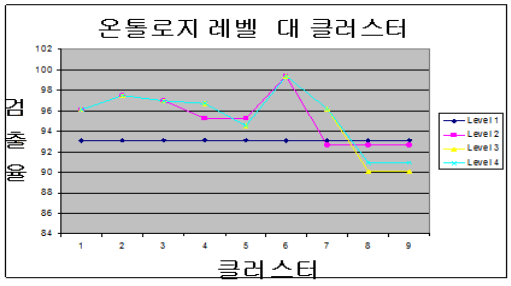
다른 노드는 다른 인식기 집합에 적용된다. 제안하는 방법에서는 지식 기반의 염색체에 따라서 각 노드에 대한 인식기 집합을 선택하고 인식을 위하여 이러한 인식기를 적용하였다. 각기 다른 노드에 대하여 실험에서는 방대한 양의 이미지 집합을 평가하였다.

제안하는 방법에서는 이미지 등록으로써 잡음이 없는 정상적인 이미지를 사용하였다. 실험에서는 독립적인 상황으로써 시스템을 학습시켰고 무작위로 모든 상황에 대하여 평가하였다. 실험에서는 먼저 조명 환경을 효과적으로 구분할 수 있는 계층적 구조의 트리를 구성한다. 그 다음 단계에서는 구별된 각각의 조명 환경에 대해 적합한 알고리즘을 적용한다. 마지막 단계에서는 위의 결과를 통해 처음 단계에서 구성된 조명 온톨로지의 효과를 증명한다. [그림 4]는 이 방법에 따른 각 상황에 대한 검출율을 보여준다. [그림 5]는 온톨로지의 수준에 따른 성공율을 보여준다. 레벨 1에서 결과적으로 모든 클러스터 (상황)에 대하여 동일한 성공률을 보여주는 어떤 온톨로지도 없다.

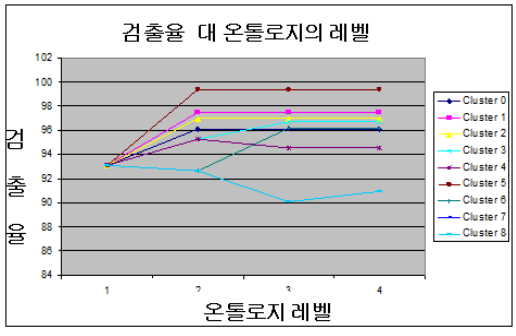


[그림 4] 각 상황에 대한 검출율

온톨로지 2, 3 수준은 이전 수준보다 더 좋게 구성되어진다. 결과적으로 이러한 수준은 이전보다 높은 성공률을 생산하고 있다. 맨 위의 4 수준의 온톨로지는 모든 상황 범주에 대하여 적용되어지며 최고의 성공률을 보이는 좋은 조직을 생산하고 있다.



(a) 온톨로지 레벨 대 클러스터의 검출율



(b) 검출율 대 온톨로지의 레벨

[그림 5] 온톨로지 레벨에 따른 검출율

[그림 5]에서 보는 바와 같이 계층적으로 온톨로지가 구성될수록 검출율이 높아지는 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 동적으로 변화하는 환경에서 적응적인 객체 인식 시스템을 지원하기 위해 조명을 기반으로 하는 계층 구조의 트리형태의 온톨로지 방법을 만드는 방법을 제안하였다. 이러한 온톨로지를 기반으로 적응적인 객체 인식 기술은 서로 다른 환경 상황에서 채택되어지는 유전자 알고리즘을 사용하여 최적의 인식기를 선택하는데 도움을 주기 위하여 수행된다. GA는 인식기 구성 요소를 표현하기 위하여 인공 염색체의 관점에서 지식 베이스를 만들기 위한 학습을 도와준다.

본 논문에서는 합성화 된 FERET 데이터 집합에 대한 객체 인식 기술을 위하여 이러한 조명 온톨로지 접근 방식을 적용하였으며 제안하는 시스템이 다른 기존의 객체 인식 시스템과 비교해서 매우 경쟁력 있다는 것을 보여주었다.

참 고 문 헌

[1] D. H. Liu, K. M. Lam, and L. S. Shen, “Illumination invariant object recognition” Journal of Pattern Recognition, Vol.38, pp.1705-1716, 2005..

[2] A. Celentano, Ombretta Gaggi, “Context-Aware Design of Adaptable Multimodal doc-uments”, Multimedia Tools and Application, Vol. 29, pp. 7-28, 2006.

[3] C. W. Ng and S. Ranganath, “Real-time Gesture Recognition System and Application,” Image and Vision Computing, Vol. 20, Issues 13-14, pp. 993-1007, 2002.

[4] H. Schneiderman and T. Kanade, “Object Detection Using the Statistics of Parts,” Int’l J. Computer Vision, Vol. 56, No. 3, pp. 151-177, 2004.

[5] A. Gomez, M. Fernandez, and O. Corch, “Ontological Engineering,” 2nd Edition, Berlin Heidelberg New York, 2004.

[6] Bezdek, J. C., Li, W.Q., Attikiouzel, Y., Windham, M, “A Geometric Approach to Cluster Validity for Normal Mixtures,” Soft Computing, 1997.

[7] T.F. Cootes and C.J. Taylor, “Statistical Models of Appearance for Computer Vision,” University of Manchester, Manchester M13 9PT, UK, 2004.

[8] R. Duda, P. Hart, and D. Stork, “Pattern Classification,” Second Edition, John Willey & Sons Publications, New York, 2001.

[9] L. Qing, S. Shan, W. Gao, and B. Du, “Object Recognition Under Generic Illumination Based on Harmonic Relighting,” International Journal on Pattern Recognition and Arti-ficial Intelligence, Vol. 19, No. 4, pp. 513-531, 2005.

[10] Wang and X. Tang, A Unified Framework for Subspace Object Recognition, IEEE Trans. on PAMI, Vol. 26, No. 9, pp. 1222-1228, 2004.

[11] P. Phillips, “The FERET Database and Evolution Procedure for Object Recognition Al-gorithms,” Image and Vision Computing, Vol. 16, No. 5, pp. 295-306, 1999.

강 성 관

- 2001년 : 인하대학교 컴퓨터공학부 (학사)
- 2005년 : 인하대학교 정보통신공학과 (석사)
- 2006년 ~ 현재 : 인하대학교 컴퓨터정보공학부 (박사과정)
- 관심분야 :컴퓨터 비전, HCI
- E-mail : kskk1111@empas.com

이 정 현

- 1977년 : 인하대학교 전자공학과 (학사)
- 1980년 : 인하대학교 전자공학과 (석사)
- 1988년 : 인하대학교 전자공학과 (박사)
- 1979년 ~ 1981년 : 한국전자기술연구소 시스템 연구원
- 1984년 ~ 1989년 : 경기대학교 전자계산학과 교수
- 1989년 ~ 현재 : 인하대학교 컴퓨터공학부 교수
- 관심분야 : IT융합기술, 서베일런스, HCI, USN
- E-mail : jhlee@inha.ac.kr