



Development of Intelligent Children U-Safecare System

Sun-Kyoung Kang*

Division of Computer Software Engineering, Wonkwang University

A B S T R A C T

Recently, many accidents related to the safety of children have occurred. Many parents are concerned about the management of their children, such as deaths due to failure to get off the kindergarten bus or violence caused by kindergarten or academy. To solve this problem, this paper aims to develop an intelligent child safety management system. To develop an intelligent system, we will use RFID, GPS, and real-time image recognition. It locates, recognizes and identifies RFID readers in the main activity areas of infants and toddlers, acquires location information through GPS satellites of location-based services, and predicts the time required through geocoding. Two of the most representative technologies based on location recognition are used to manage bus rides and drop-offs for infants and children. And indoor activity detects facial feature points through ASM from video captured by real-time CCTV, and recognizes them using HMM technique to store information. The stored information is provided in real time to those who want to browse the information through the system. The system implementation consists of infant management, school attendance management, and activity history management. In the future, it is expected to collect various information about infants in real time using this system and to use it to provide customized services.

© 2020 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : RFID, GPS, real-time image recognition, CCTV, ASM, HMM

ARTICLE INFO: Received 28 January 2020, Revised 7 February 2020, Accepted 7 February 2020.

*Corresponding author is with the Department of Information & Communication Engineering, Wonkwang University, 460 Iksandae-ro Iksan Jeonbuk, 54538,

KOREA.

E-mail address: doctor10@wku.ac.kr

1. 서론

최근 핵가족화와 저출산으로 인해 자녀 보호와 교육에 대한 관심이 높아지는 사회적인 Needs가 높아지고 있다. 또한 맞벌이 부부가 늘어남에 따라 자녀에 대한 Care 부분에서 많은 불안감을 가지고 있으며, 주위에서 일어나고 있는 영유아 유치원 학대 사고, 그리고 차량에서 미쳐 내리지 못 하여 질식하여 죽는 사고 등에 대한 예방 방법에 대한 관심이 높아지고 있다. 하지만 이를 해결하기 위해 정부와 기업이 다양한 방법을 제시하지만 아직은 그 해결 방법을 찾지는 못하고 있는 상황이다. 기존에 통학차량에 대한 일반적인 위치 정보를 제공하여 등록되어 있는 보호자에게 도착 알림을 제공하는 기술이 개발되었다. 하지만 이는 자녀의 학대를 알려주는 서비스는 제공하지 못 하였으며, 차량에 아이가 제대로 탑승을 하고 있는지 여부도 제공해주지 못 하였다. 다른 방법으로 제시되고 있는 것으로 RFID를 이용하여 차량에 아이가 탑승했는지를 체크해 주는 기술을 반영하여 개발도 이루어지고 있다.[1-3] 하지만 위에서 말한 두 가지 방법은 하루종일 생활하는 실내 환경에서는 정보를 제공할 수 없다는 단점을 가지고 있으며, 자녀의 일일 생활에 대한 정보를 제공 받기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 차량의 GPS 정보와 아이의 승차차 관리를 위한 RFID Tag 기술 그리고 실시간 얼굴 검출 및 인식 기술을 접목하여 보다 나은 자녀를 관리할 수 있는 영유아 교육기관에 적용이 용이한 지능형 자녀 u-안심Care 시스템을 제안하고자 한다. [4]

2. 기존 관련 연구

2.1 위치 인식 기법

최근 인터넷과 IoT기술 개발이 활발해짐에 따라 방대한 정보량을 다양한 디바이스 환경으로 접할 수 있는 콘텐츠의 양이 많아지고 있다[5,6]. 다양한 콘텐츠를 이용하여 본인이 원하는 정보를 제공 받으려고 하는 요구가 늘어나고 있으며, 맞벌이 부부들이 자녀에 대한 정보를 실시간 제공 받고 싶어 하는 것이 그 중 하나이다.

이들 정보 중, 특히 위치 인식정보를 활용해 실시간으로 제공할 수 있는 위치인식 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 위치인식 분야 중 가장 널리 사용되고 있는 방법이 바로 GPS 기반 위치 인식 방법, 센서(Sensor) 기반, RFID Tag 정보 기반 방법 등이 있다.[7]

GPS는 GPS Sensor에서 시간이 동기화되어져 있는 위성들의 네트워크를 통해 위치에 관련된 신호를 주기적으로 방사하는 것을 받음으로써 위치정보를 제공할 수 있는 기술이다. GPS에서 제공되는 정보는 실외 환경에서 정확한 위치 정보를 제공할 수 있다. 그래서 자동차 항법 시스템이나 항공기 항법 시스템에 널리 활용되고 있다. 하지만 이 기술은 실외에서는 아주 유용하나 실내에서는 위성과의 통신이 제대로 이루어지기 어려워 인식이 불가능하다는 단점을 가지고 있다.

RFID Tag 기반의 위치 인식 기술은 Tag를 인식할 수 있는 인식기를 특정 위치에 설치하여 위치인식이 가능하도록 하는 방법이다. 이를 사용하기 위해서는 RFID Tag를 인식하고자 하는 임의의 위치에 설치하고, RFID Reader를 통해서 해당 Tag 정보를 읽음으로써 Tag에 대한 정확한 위치정보를 제공할 수 있다. Tag Reader가 수신할 수 있는 RFID Tag의 거리는 대략 2-5미터 내외이다.[8,9]

2.2 얼굴 영상 및 이미지 인식 기법

객체 인식 기술은 대체적으로 크게 두 단계로

나눌 수 있다. 처음 단계로는 주어진 영상 및 이미지 내에서 객체를 검출하고, 다음 단계에서는 검출된 객체의 정보를 이용하여 누구인지를 판단하는 방법으로 이루진다고 할 수 있다.

객체 검출 기술로 대표적인 방법은 4가지로 구분할 수 있는데, 첫째 지식기반(knowledge-base) 방법은 객체의 각 요소들은 기하학적 위치 관계로 구성되어 있음을 전제로 하여 객체를 검출하는 방법이다. 두 번째로는 특징 기반(feature-based)으로 객체 요소, 색깔, 모양, 크기와 같은 객체 고유의 특징을 이용하여 객체 크기와 위치를 추론함으로써 객체 영역을 검출해 내는 방법이다. 세 번째로 형판 정합(template-matching)은 객체에 대한 표준 형판을 생성한 다음 입력 영상과의 차이를 이용하여 객체 영역을 검출해 내는 방법이 있다. 마지막으로 외형기반(appearance-base)은 학습 영상 집합에 의해 학습된 모델을 이용해서 객체를 검출하는 방법이다.[10,11]

객체인식 기술로는 기하학적인 특징 정합 방법으로 요소, 색깔, 모양, 크기와 같은 객체 구성요소들 사이의 위치, 모양, 코의 폭과 길이의 비 등의 거리를 측정함으로써 두객체 영상의 유사도를 비교 분석하여 인식하는 방법이 있다. 대부분의 요즘 사용되는 딥러닝방법의 대부분이 기존에 기하학적인 특징에 대한 부분을 기계학습을 통해 인식하는 방법을 이용하는 것이라 할 수 있다.

3. U-SafeCare 시스템 개요

본 논문에서 유비쿼터스(Ubiquitous)환경에서 RFID와 GPS 그리고 CCTV를 통해 영유아의 안심케어 시스템을 <그림 1>과 같이 개발하고자 한다.

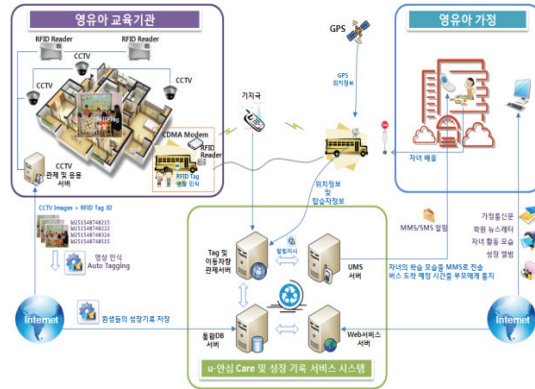


그림 1. 지능형 U-SafeCare 시스템 구성도
Figure 1. Intelligent U-SafeCare System Diagram

3.1 RFID와 GPS를 이용한 위치 정보

본 논문에서는 영유아 교육시설의 자녀 안심 등하원 정보를 제공하기 위해서 영유아의 이름표와 가방에 RFID Tag를 부착하고 지정된 교육장 및 차량버스에 RFID 리더기를 통해 영유아별 Tag 값을 통해 <그림2>와 같이 승하차 정보를 저장 및 전달하고 위치정보를 제공하고자 한다.



그림 2. RFID Tag 버스 승차
Figure 2. Ride the RFID Tag Bus

또한 근거리 인식이 가능한 RFID Tag를 이용하여 영유아의 교육기관의 출입문에서 자동으로 정보를 수집할 수 있는데 본 논문에서는 영유아의 명찰이나 가방에 Tag 넣어 실시간으로 승하차 및 출입의 정보를 제공 받을 수 있도록 설계하였다.

그리고 영유아의 안심 귀가에 대한 정보를 제공하기 위해 GPS를 이용하여 <그림3>과 같이 구성하였다.



그림 3. GPS 기반 위치 정보 서비스
Figure 3. GPS based location information service

3.2 실시간 얼굴 영역 검출 및 인식

본 논문에서는 AdaBoost 알고리즘을 이용한 얼굴 영역을 검출하였다. Viola와 Jones가 제안한 AdaBoost 얼굴 검출 알고리즘은 얼굴 Haar-like 특징을 적분 이미지를 통해 빠른 속도로 계산하고 Freund등 제안된 AdaBoost 알고리즘을 이용하여 얼굴을 검출하는 방법이다. 즉 Viola제안된 얼굴 검출 방법은 Integral Image, AdaBoost 알고리즘, Cascade 구조에 근거하는 얼굴 영역 검출 방법이다. 그리고 ASM 알고리즘을 이용하여 얼굴의 특징을 추출하였다.[12,13]

ASM(Active Shape Model)은 통계적인 모델을 이용한 특징 추출방법으로서 얼굴의 특징 점 추출을 위해서 많이 사용되고 있는 방법 중의 하나이다. ASM에서 학습과정인 Shape 모델을 만드는 부분은 landmark로 불리는 특징 점을 학습 데이터로부터 라벨링을 하여 평균적인 Shape를 구한다. 이러한 Shape모델은 식 1과 같이 표현된다.

$$x \approx \bar{x} + Pb \quad (1)$$

수식 1에서 \bar{x} 는 평균 Shape 벡터이고 P는 Shape의 공분산에 대한 고유벡터의 열로 구성된 행렬이며, b는 Shape 파라미터를 원소로 하여 구성된 벡터이다. Shape 모델을 이용하여 학습된 특징 점(landmark)을 추출하는 과정은 현재의 모양을 Shape모델과 입력영상을 이용하여 조정한다. 그 후 b를 구해서 제한 조건 범위 밖에 있으면 다시조정을 한 후 b의 모든 값들이 제한 조건범위를 만족할 때까지 반복한다. 이러한 방법으로 특징 점을 추출하기 위한 학습 DB를 만들어 사용된다.

본 논문에서는 모두 52개의 특징 점을 추출해 사용하였다. 아래 <그림4>는 입력 영상에서 52개의 특징 점을 찾은 결과 영상이다.



그림 4. 얼굴 특징 검출 영상
Figure 4. Facial feature detection image

실시간 영유아의 얼굴을 인식하기 위해 HMM(Hidden Markov Model)를 사용하여 구현하였다. HMM(Hidden Markov Model)은 다중확률 구조를 갖는 프로세스들을 모델링하는데 매우 적합한 방법으로서 HMM 파라미터들의 정밀한 계산을 위한 효과적인 알고리즘이 존재한다는 장점 때문에 근래에 음성 인식 뿐만 아니라 얼굴 인식, 제스처 인식, 영상 인식 등, 패턴인식 영역에서 전반적으로 가장 많이 사용되고 있는 방법이다.

HMM은 확률의 상태와 그들 간의 천이 확률로 정의되며, 각 천이는 상태선택에 관한 상태 천이 확률과 천이가 이루어졌을 때 유한개의 관측 심볼로부터 각 출력 심볼이 나올 수 있는 조건부 확률과 관련이 되어있다. 즉, HMM은 관측이 불가능한 하나의 프로세스를 관측이 가능한 심볼로 발생시키는 프로세스를 통하여 추정하는 이중 확률 프로세스로서 음성이나 영상과 같이 가변성이 많고 발생 과정을 알 수 없는 프로세스를 모델링하는데 적합하다.[14,15]

HMM은 수식2와 같이 상태천이 확률, 관측 심볼의 확률분포, 초기 상태확률의 3가지 확률 파라미터로 정의된다.

$$\lambda = (A, B, \Pi) \tag{2}$$

여기에서, A는 상태천이 확률분포를 나타내는 상태천이 행렬이고, 수식3과 같다.

$$A = [a_{ij}], \quad 1 \leq i \leq N \tag{3}$$

a_{ij} 는 상태 i 에서 상태 j 로 천이될 확률이고 N 은 상태 수이다. B는 관측 심볼의 발생확률 분포를 나타내며, 수식4와 같다.

$$B = [b_j(k)] \tag{4}$$

$$1 \leq j \leq N$$

$$1 \leq k \leq M$$

$b_j(k)$ 는 현재상태 q_t 에서 관측 심볼 (o_t)이 v_k 가 될 확률이고 M 은 관측 심볼의 개수이며 수식5와 같다.

$$b_j(k) = P[o_t = v_k | q_t = j] \tag{5}$$

마지막으로 Π 는 초기상태확률 분포이며, 수식6과 같다.

$$\Pi = [\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_N] \tag{6}$$

이와 같은 HMM은 forward-backward 알고리즘, Viterbi알고리즘, Baum-Welch 재추정 알고리즘을 이용하여 인식문제에 적용되어진다.

forward-backward 알고리즘은 관측 열 $O=[O_1, O_2, O_3, \dots, O_T]$ 와 HMM $\lambda=(A, B, \Pi)$ 가 주어졌을 때, 관측 열을 발생시킬 확률 $P(O|\lambda)$ 를 계산하는 확률 계산법이다. Viterbi 알고리즘은 최적의 상태 열과 그 상태 열을 통한 확률을 구하는데 사용되고, Baum-Welch 재 추정 알고리즘은 초기 모델이 주어졌을 때, 학습 데이터를 사용하여 관측 심볼의 발생확률을 최대화하기 위해 HMM 파라미터 λ 를 반복적으로 학습시키는데 사용된다.

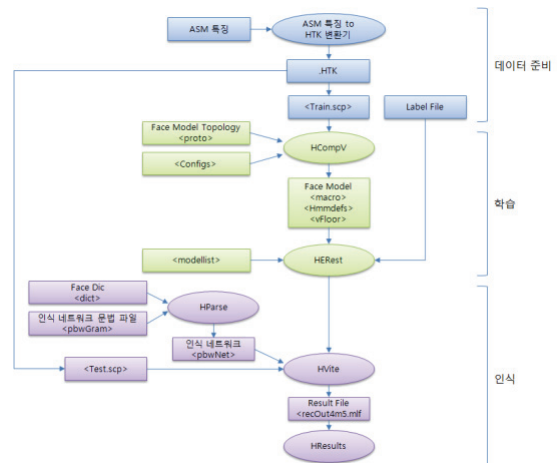


그림 5. HTK 진행 순서
Figure 5. HTK Progress

본 논문에서는 ASM를 이용하여 얻은 특징점을 가지고 HTK를 이용하여 얼굴인식의 학습과 인식을 하였다. HTK의 진행 순서는 위의 <그림5>와 같이

크게 데이터 준비, 학습, 인식으로 나눌 수 있고, 3 단계는 모두 자동으로 실행하도록 구현하였다.

4. 시스템 구현

본 논문에서 제안하는 영유아 자녀 안심 시스템 구성은 RFID Tag와 GPS, 그리고 CCTV의 정보를 이용하여 원생관리, 등하교 관리, 활동이력을 관리할 수 있도록 구현하였다. 원생관리는 영유아의 기본 정보를 생성하고 관리하는 기능을 제공하고 RFID Tag 정보를 생성하고 Tag 명찰에 해당하는 정보를 읽고 쓸 수 있는 기능을 제공할 수 있도록 구현하였다. 또한 등하교 관리는 버스와 실내 출입문에 RFID 리더기를 설치하여 영유아가 이동하면 자동으로 검색해서 등하교의 여부를 판단할 수 있도록 하였으며, GPS를 이용하여 위치 정보를 제공할 수 있도록 하였다. 아래 보여지는 <그림6>은 영유아관리, <그림7>은 등하교관리, <그림8>은 활동이력관리 구현 화면을 보여주고 있다.

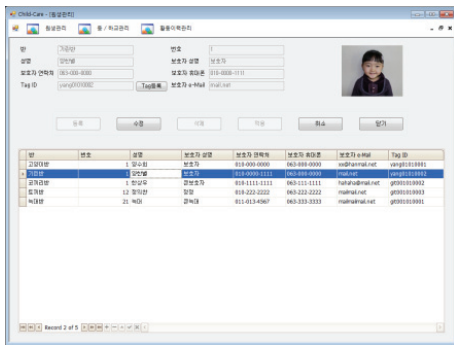


그림 6. 영유아 관리 구현 화면
Figure 6. Infant Care Implementation Screen

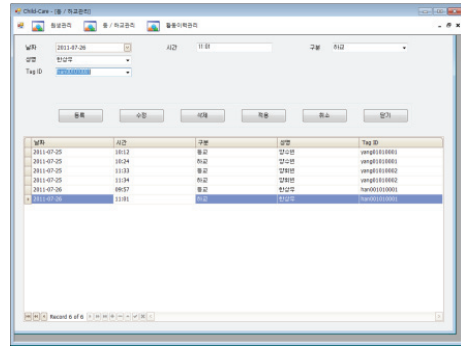


그림 7. 등하교관리 구현 화면
Figure 7. Back to school management implementation screen

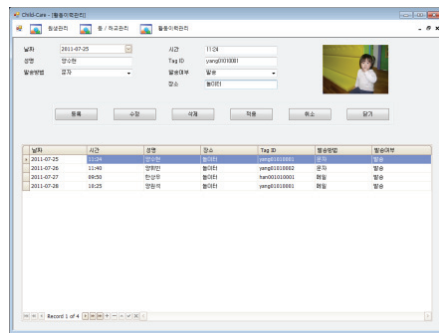


그림 8. 활동이력관리 구현 화면
Figure 8. Activity history management screen

5. 결론

본 논문에서는 영유아의 안전상의 관리와 사고에 대한 예방을 위해 실시간으로 정보를 제공할 수 있는 지능형 U-안심케어 시스템을 제안하였다. RFID Tag 값과 GPS 정보 그리고 CCTV의 실시간 영상정보를 이용하여 지능형으로 영유아의 안전과 생활의 정보를 제공 받을 수 있는 시스템을 구현하였다. 추후 영유아 개인별로 데이터가 축적되게 되면 이를 분석하여 성장에 대한 이력 정보 관리와 성향, 성격 분석에도 활용이 이루어져 맞춤형 서비스도 제공해 줄 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] W. Qingfeng, L. Wenbin, Z. Xin, Y. Jianfeng, and Y. Qingbin, *Development and application of equipment maintenance and safety integrity management system*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 24, No. 4, pp. 321-332, 2011.
- [2] P. Bahl, V. N. PadManabhan, *RADAR: An In-building RF-based user localization and tracking system*, Proc. of Infocom, 2000.
- [3] V. Kulyukin, J. Nicholson, and S. Pavithran, *RFID in robot- assisted indoor navigation for the visually impaired*, Proc. int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp. 1979-1984. 2004.
- [4] M. Sichitiu, and V. Ramaduari, *Localization of wireless sensor networks with a mobile beacon*, in Proc. of MASS, 2004.
- [5] R. Rawassizadeh, M. Tomitsch, K. Wac, and A. M. Tjoa, *A generic mobile phone based life-log framework. Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 17, No. 4, pp. 621-637. 2013.
- [6] A. Kroner, M. Schneider, and J. Mori, *A framework for ubiquitous content sharing*. IEEE Pervasive Computing, Vol. 8, No. 4, pp. 58-65. 2009.
- [7] M. G. Ji., J. C. Chun. and N. G. Kim. *An Improved image classification using batch normalization and CNN*. Journal of Internet and Services, Vol. 19, No. 3, pp. 35-42, 2018.
- [8] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. *Imagenet classification with deep convolutional neural networks*. Advances in neural information processing systems, pp. 1097-1105, 2012.
- [9] D. H. Ko, H. K. Moon, J. W. Jun, J. M. Yu, and M. G. Jeon. *Face verification based on deep convolutional neural network*. Journal of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 2017.
- [10] J. S. Oh. *Improved face detection algorithm using face verification*, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 22, No. 10, pp. 1334-1339, 2018.
- [11] P. Viola, and J. Michael, *Rapid object detection using a boosted cascade of simple features*. Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1 No. 1, pp. 511-518, 2001.
- [12] H. A. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, *Neural network-based face detection*, in IEEE Patt. Vol. 20, pp. 142-147, 1998.
- [13] T. F. Cootes, C. J. Taylor, D. H. Cooper, and J. Graham, *Active shape models-their training and application*, *comput. Vis. Image Understanding*, Vol. 61, No. 1, pp. 38-59, 1995.
- [14] S. Milborrow, and F. Nicolls, *Locating facial features with an extended active shape model*, Lecture notes in computer science, 2008.
- [15] L-R. Rabiner, *A tutorial on hidden markov models and selected applications in speech recognition*, in Proc. IEEE, Vol. 77, No. 2, pp. 257-286, 1989.

지능형 자녀 U-안심케어 시스템 개발

강선경

원광대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수

요 약

최근 어린이들의 관리에 관한 안전과 관련된 사고가 많이 일어나고 있다. 유치원버스에서 내리지 못하여 사망하는 사건, 유치원이나 학원에서 폭력을 당하는 사건과 같은 자녀에 대한 관리부분에서 많은 부모들이 불안해 하고 있는 상황이다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 지능형 자녀 안심 관리 시스템을 개발하고자 한다. 지능형 시스템을 개발하기 위해 RFID, GPS, 실시간 영상인식을 이용하고자 한다. 영유아의 주요활동 영역에 RFID 리더를 배치하고 인식하여 식별하고, 위치기반 서비스의 GPS위성을 통해 위치정보를 습득한 다음 Geocoding처리 통해 소요시간을 예측한다. 위치인식기반의 가장 대표적인 두 기술을 이용하여 영유아의 버스 승차와 하차에 대한 관리와 이동위치에 대한 정보관리를 하게 된다. 그리고 실내에서의 활동은 실시간 CCTV로 촬영된 영상에서 ASM을 통해 얼굴의 특징점을 검출하고 HMM기법을 이용해 인식하여 정보를 저장한다. 저장된 정보는 시스템을 통해 정보를 연람하고 싶은 사람에게 실시간으로 제공되게 구현하였다. 시스템 구현은 영유아 관리, 등하교관리, 활동이력관리로 구성되어 있다. 추후 본 시스템을 활용하여 영유아에 대한 다양한 정보를 실시간으로 수집하고 이 정보를 활용하여 맞춤형 서비스도 함께 제공에 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

Co.,Ltd. She has been a professor in the Department of Computer Software Engineering at Wonkwang University since 2017. Her current research interests include image processing and bigdata.

E-mail address: doctor10@wku.ac.kr

감사의 글

본 논문은 원광대학교의 2019학년도 교비학술연구비지원에 의해 수행됨.



Sun Kyoung Kang received the bachelor's degree in the Department of Computer Engineering from the Wonkwang University in 2000. She received the Ph.D.

degree in the Department of Computer Engineering from Wonkwang University in 2010. From 2010 to 2017, She was a research director in the Good information technologies