

딥 러닝 기반 이미지 자동 분류 및 랭킹 시스템을 이용한 사용자 편의 중심의 유실물 등록 및 조회 관리 시스템*

정 하 민*, 유 현 수*, 유 태 우*, 김 윤 옥*, 안 용 학**

요 약

본 논문은 딥 러닝(Deep-Learning) 기반의 계층형 이미지 분류 체계와 가중치 기반의 랭킹 시스템을 이용한 사용자 편의 중심의 유실물 등록 및 조회 관리 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 딥 러닝을 통해 이미지를 자동으로 분류하는 계층형 이미지 분류 시스템과 조회 과정의 편의를 위해 시스템상의 등록된 유실물 정보를 고려해 가중치 순으로 정렬하는 랭킹 시스템 모듈로 구성된다. 등록 과정에서 한 장의 사진만으로 카테고리 분류와 브랜드, 연관 태그 등 여러 정보가 자동으로 인식되어 사용자의 번거로움을 최소화하였다. 그리고 랭킹 시스템을 통해 사용자가 자주 찾는 유실물을 상위에 노출함으로써 유실물 검색의 효율성을 높였다. 실험 결과, 제안된 시스템은 사용자가 쉽고 편리하게 시스템을 이용할 수 있음을 확인하였다.

Lost and Found Registration and Inquiry Management System for User-dependent Interface using Automatic Image Classification and Ranking System based on Deep Learning

Hamin Jeong*, Hyunsoo Yoo*, Taewoo You*, Yunuk Kim*, Yonghak Ahn**

ABSTRACT

In this paper, we propose an user-centered integrated lost-goods management system through a ranking system based on weight and a hierarchical image classification system based on Deep Learning. The proposed system consists of a hierarchical image classification system that automatically classifies images through deep learning, and a ranking system modules that listing the registered lost property information on the system in order of weight for the convenience of the query process. In the process of registration, various information such as category classification, brand, and related tags are automatically recognized by only one photograph, thereby minimizing the hassle of users in the registration process. And through the ranking systems, it has increased the efficiency of searching for lost items by exposing users frequently visited lost items on top. As a result of the experiment, the proposed system allows users to use the system easily and conveniently

Key words : Deep Learning, Ranking System, Hierarchy Structures, Image Classification, Management System

접수일(2018년 10월 2일), 수정일(1차: 2018년 10월 25일),
계재확정일(2018년 10월 30일)

★ 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의
SW중심대학 사업의 연구결과로 수행되었음. (2015-0-00088)

* 세종대학교 디지털컨텐츠학과

** 세종대학교 컴퓨터공학과(교신저자)

1. 연구 배경 및 목적

현재 유실물 관리 시스템으로는 경찰청에서 운영하는 ‘경찰청 유실물 통합 포털 lost112’[1]와 소규모 기관에서 관리하는 게시판[2]이 존재한다. 이러한 기존 시스템은 이미지, 카테고리, 습득 위치, 텍스트 정보 등 등록 과정에서 필요한 다수 정보를 수동으로 입력해야 하는 문제를 가지고 있다. 이는 사용자 편의성을 고려하지 않은 과정으로 시스템의 사용성을 낮춰 유실물 반환율에 영향을 준다.

본 논문은 딥 러닝을 활용하여 유실물 정보의 자동 입력을 바탕으로 사용자의 등록 과정을 최소화하는 방안을 제안한다. 최근 딥 러닝(Deep-Learning) 기술을 활용해 이미지 기반 사물 인식[3], 자동 태깅[4], 미확인 침입탐지 시스템[5] 등 이미지 인식의 자동화에 관한 연구가 진행되고 있다. 이러한 기술을 통해 이미지 등록 시 유실물에 대한 정보가 자동으로 입력되도록 하여 등록 과정에서의 번거로운 수동적 입력 방식을 개선하고자 한다.

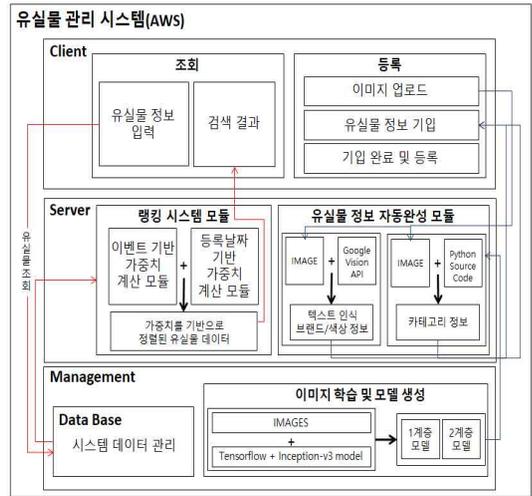
또한, lost112와 각 기관의 게시판은 유실물 검색 결과를 등록된 순서로만 제공한다. 최근 검색 시스템에서는 날짜별 나열 방식 이외에도 인기도 기반의 검색 결과를 제공하고 있다. 본 논문은 유실물의 특징을 반영하기 위해 항목별 인기도와 등록 기간 기반의 가중치를 부여하여 검색결과를 제공하여 검색의 효율성을 높이고자 한다.

따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문은 최근 여러 분야에 적용되고 있는 딥 러닝 기술을 통해 유실물 등록의 자동화를 이루고 등록 뿐만 아니라 유실물 검색의 효율성을 높여주기 위해 가중치 기반의 랭킹 검색 시스템을 통해 사용자가 많이 찾는 물품들을 상위에 노출함으로써 사용자의 물품 등록 편의성 증대 및 물품 검색의 효율성을 확보한 시스템을 제안한다.

2. 유실물 관리 시스템의 설계 및 구현

2.1 제안된 시스템 구성도

본 논문에서 제안한 유실물 시스템의 구조는 다음 (그림 1)과 같다. 해당 시스템은 아마존 웹 서비스(AWS: Amazon Web Service)를 통해 클라우드 플랫폼(Cloud Platform)을 기반으로 서비스를 제공한다.



(그림 1) 시스템 구조도

시스템은 반응형 웹(Responsive Web) 방식으로 개발되어 다양한 환경에서 등록 및 조회 기능을 사용할 수 있게 구성했다. 시스템 내부는 등록 기능에서 사용되는 이미지 분류 체계 모듈과 조회 기능에서 사용될 가중치 계산 모듈로 구성된다.

2.2 제안 시스템의 주요 기능

2.2.1 계층형 이미지 분류 기능

기존의 다양한 연구[6][7][8]에서 사용되는 무 계층 이미지 분류 체계는 본 논문에서 제안하는 시스템에 적용하여 테스트를 진행한 결과 물품 모양의 유사성으로 인한 오 분류(Miss classification)가 빈번하게 발생하는 모습을 볼 수 있었다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 계층형 분류 체계의 연구[9]가 제안되었고, 해당 연구[9]는 오 분류 문제 개선을 위해 하위 계층으로 갈수록 더 세분화된 분류를 진행하는 계층

형 이미지 분류 체계를 제시했다.

따라서 본 시스템에서도 Tensorflow와 inception-v3 model[10]을 통해 이미지의 정확한 카테고리 분류가 가능한 계층 이미지 분류 체계를 생성하고 사용자의 유실물 등록 과정에 적용한다.

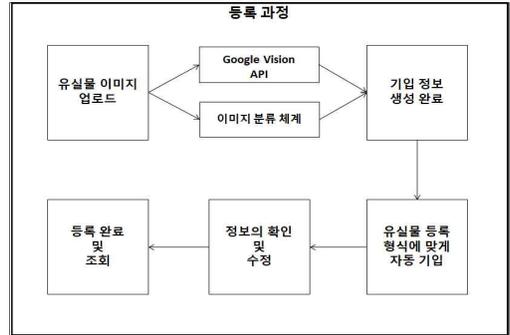
사용된 데이터는 lost112.go.kr의 유실물 등록 데이터를 기반으로 상위 36개의 카테고리를 선정하고 약 7만여 장의 이미지를 수집하였다.

계층구조는 카테고리 36가지를 4가지의 특성(재질, 생김새, 용도, 카테고리)을 기준으로 9개의 클래스(Class)로 분류하여 <표 1>과 같이 구성된다.

<표 1> 클래스 분류 및 종속 카테고리

Class A	립밤/립스틱 우산 펜
Class B	담요 모자 목도리 생리대 장갑
Class C	이어폰 헤드셋
Class D	머리끈 머리띠
Class E	MP3 계산기 노트북 마우스 보조배터리 충전기 카메라 휴대폰
Class F	거울 귀걸이 목걸이 반지 빗 선글라스 시계
Class G	열쇠 텀블러 향수
Class H	서적 카드 현금
Class I	지갑 파우치 필통

해당 시스템의 분류 과정은 분류체계에 전송된 이미지가 9개의 클래스 중 어느 클래스에 해당하는지에 대한 1차 분류를 진행하고, 1차 분류에서 선택된 클래스의 세부 항목들을 학습한 분류 모델을 통해 최종 이미지의 카테고리 결과를 제시하는 2차 분류로 구성된다. 앞에서 설명한 이미지 분류 체계와 딥 러닝 기반의 다양한 API를 통해 유실물 등록 과정의 자동화를 이루었고 이는 사용자의 편의성을 높여주는 효과를 가져온다. 이를 적용한 상세 과정은 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 등록 과정

2.2.2 가중치 기반 랭킹 검색 시스템

본 시스템은 조회 과정에서 사용자에게 효율성을 제공하기 위해 가중치 기반의 랭킹 검색 시스템을 제안한다. 랭킹 검색 시스템은 카테고리별 이벤트 기반의 인기도를 활용한 가중치[11]와 등록 기간에 따른 가중치 부여를 위한 에이징(Aging) 기법을 사용한다.

에이징 기법을 적용하기 위한 카테고리별 이벤트 기반의 인기도 계산은 카테고리별 검색, 이미지 클릭, 조회 3가지 이벤트(E)별 발생 빈도(fk(e))를 가지고 계산하게 된다. 3가지 이벤트의 가중치는 참고 연구[11]에서 제시한 바와 같이 정보에 더 높은 관심을 표현하는 행위에 높은 가중치(w)를 부여한 뒤 카테고리의 인기도를 계산하였다. 해당 시스템에서 사용한 이벤트와 적용 예시는 다음 <표 2>와 <표 3>과 같다.

<표 2> 이벤트 및 이벤트별 빈도

카테고리(K)	이벤트(e)	빈도(f _k (e))
반지	카테고리 검색	12
반지	유실물 조회	8
반지	이미지 클릭	2

<표 3> 이벤트(E)별 가중

이벤트(e)	이벤트 별 가중치(w _e)
카테고리 검색	1
유실물 조회	2
이미지 클릭	2

카테고리별 이벤트 기반의 인기도 수식은 [11]에서 제시한 다음 수식 (1)과 같다.

$$\sum_{e_l \in E} \frac{w_{e_l} f_k(e_l)}{L K} \quad (1)$$

여기서 w_{e_l} 는 이벤트별 가중치, $f_k(e)$ 는 이벤트별 발생 횟수, E 는 전체 이벤트, L 은 전체 이벤트 가짓수, K 는 전체 이벤트 발생횟수이다.

하지만 카테고리별 이벤트 기반의 인기도를 이용하여 유실물들을 나열할 경우 1순위의 카테고리 물품들이 페이지의 상위를 전부 차지할 위험이 존재한다. 인기도와는 별도로 최근 등록된 물품이 더 높은 가중치를 가져야 할 필요가 있다. 위 두 가지 사항을 반영해 본 시스템은 에이징(Aging) 기법을 응용하여 물품별 등록 이후 경과 기간을 활용한 가중치를 산출하여 적용한다.

기존의 에이징 기법은 대기 시간이 높고 서비스 시간이 낮은 프로세스의 가중치를 상승시켜 처리 대기 목록에서 상위에 배치한다. 하지만 장기간 찾아가지 않은 유실물들은 상대적으로 최근 등록된 유실물보다 찾아갈 확률이 낮아진다. 따라서 본 시스템은 기존 에이징 기법과 반대로 각 유실물의 대기 시간이 높고 서비스 시간이 낮을수록 가중치를 감소시키기 위해 기존 에이징 기법의 변수 W 와 S 를 교환하여 적용한다.

해당 시스템의 대기 시간(W)은 유실물이 등록된 날짜 이후 경과된 주차를 값으로 사용한다. 서비스 시간(S)는 유실물마다 다르고, W 를 이용한 가중치 감소에 영향이 적은 변수이므로 값을 1로 고정한다. 변경 사항을 적용하여 기본 수식을 다음 수식 (2)와 같이 변형하였다.

$$\frac{S+W}{S} \rightarrow \frac{W+1}{W} \quad (2)$$

예를 들어 등록된 기간이 다를 경우 계산된 가중치 값은 <표 4>와 같다.

<표 4> 이벤트 및 이벤트별 빈도

카테고리	등록된 기간(주차)	가중치
마우스	1	2.0
마우스	3	1.3

3. 결과 및 분석

3.1 계층형 이미지 분류 체계 신뢰도 결과

본 시스템에서 제시한 계층형 이미지 분류체계의 오 분류(Miss classification)에 대한 개선 능력을 확인하기 위해 무 계층 분류 체계와 계층형 분류 체계에 대한 비교 실험을 진행하였다. 실험환경은 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 이미지 분류 체계 학습 및 테스트 환경

요소	모델명
OS	Windows 10 Pro
CPU	Intel Core i5-3570
GPU	NVIDIA GTX 1060 6GB
RAM	8GB

실험에 사용된 이미지는 카테고리별 약 2,000개의 이미지(총 70,469개)를 수집하였고 75%의 이미지는 학습에 25% 이미지는 테스트에 사용하였다.

다음 <표 6>은 일반적인 무 계층 체계(One-Level)와 본 논문에서 진행한 계층형 분류 체계(Two-Level)의 인식률을 비교한 결과이다.

<표 6> 무 계층 및 계층 정확도 비교(단위:%)

Item	무계층 (단위: %)			계층 (단위: %)			Class AC
	>90	>95	>99	>90	>95	>99	
담요	56.40	37.30	11.00	87.50	77.90	57.00	98.01
서적	37.70	20.00	3.60	83.80	75.80	49.80	96.81
계산기	77.50	67.30	36.10	90.40	84.70	65.50	98.01
카메라	78.30	69.70	41.60	95.80	91.20	76.30	98.41
카드	56.30	39.30	14.00	90.60	86.60	66.90	97.80
현금	46.90	31.70	7.60	88.60	80.80	60.70	98.40
충전기	57.40	48.60	20.20	83.20	76.40	61.60	94.20
뱃지	60.80	45.00	16.20	89.20	84.60	62.40	93.40
이어폰	54.50	33.30	4.00	98.60	97.50	89.00	98.59
귀걸이	39.30	19.80	3.60	72.70	61.70	31.30	88.02
장갑	59.80	43.00	13.00	90.40	84.60	62.40	97.20
머리끈	35.80	19.20	5.00	90.20	87.00	66.30	97.93
모자	66.70	56.70	40.10	91.00	84.00	69.70	96.81
머리띠	43.00	28.30	8.00	91.80	88.00	77.90	98.80
헤드셋	65.50	54.80	29.90	99.20	97.20	87.50	99.40
열쇠	47.40	29.70	8.20	95.40	94.80	90.80	96.02

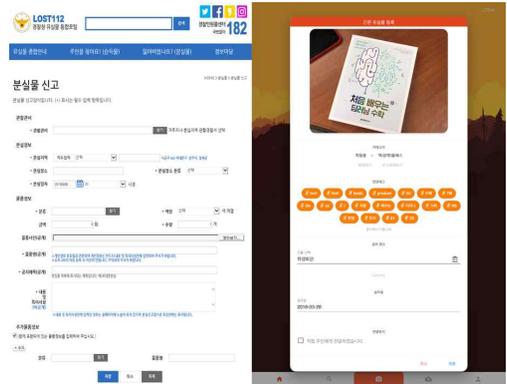
노트북	82.00	73.50	41.90	91.80	88.60	75.60	98.20
탑램프/탑스탁	76.60	63.90	38.10	97.40	96.00	89.40	98.20
거울	45.20	28.60	6.50	80.80	69.90	37.40	94.29
마우스	80.40	70.80	48.00	91.60	87.80	76.20	97.40
MP3	44.00	30.90	4.60	72.30	60.80	35.10	97.61
목걸이	71.20	57.20	22.20	88.40	81.80	62.60	98.40
팬	69.30	54.40	22.30	98.00	96.40	82.30	100.00
필통	47.00	31.10	11.40	86.10	80.90	71.30	98.21
항수	79.40	69.90	42.70	97.60	96.20	87.00	99.00
휴대폰	44.70	29.50	7.60	72.10	56.90	29.50	99.00
과우치	40.90	28.50	7.60	83.40	76.00	55.70	95.21
반지	55.40	40.60	16.30	84.30	73.30	50.60	94.62
생리대	52.80	38.20	15.70	90.80	86.70	76.30	94.82
목도리	65.90	54.80	23.10	88.60	81.50	64.10	98.01
선글라스	91.20	86.90	75.10	97.60	94.20	88.80	99.20
보조배터리	52.00	33.80	7.20	82.40	70.40	43.60	94.69
텀블러	69.40	53.40	17.20	98.00	94.60	85.00	98.80
우산	85.10	75.30	55.80	99.40	99.00	95.00	99.40
지갑	64.70	51.60	28.10	92.20	88.40	76.50	98.61
시계	85.60	77.60	46.30	95.80	93.00	85.80	97.80
AVG	61.52	48.36	24.29	89.65	84.33	68.70	97.20

여기서 >90,95,99는 각각 90%,95%,99% 이상의 신뢰도로 클래스를 분류한 것이며, Class AC는 계층형 분류에서 물품의 클래스를 맞춘 정도를 뜻한다. 실험 결과, 무 계층 이미지 분류 체계(One-Level)에서는 95% 이상의 신뢰도로 분류에 성공한 비율이 50%를 넘지 못했지만, 계층형 분류 체계(Two-Level)는 95% 이상의 신뢰도로 분류에 성공한 비율이 약 85%인 것을 확인할 수 있다.

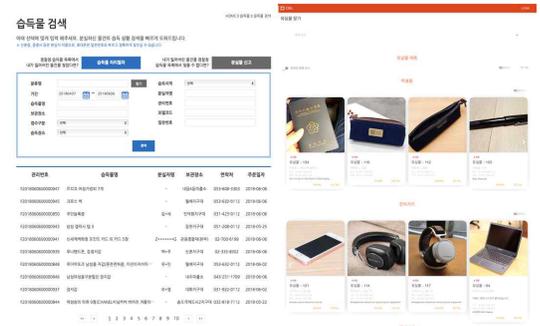
결과적으로, 계층형 구조의 이미지 분류체계는 무 계층보다 높은 신뢰도로 이미지 분류에 성공하는 모습을 보여 오 분류(Miss classification)에 대한 문제를 개선할 수 있다.

3.2 전체 시스템 기능

본 논문의 시스템은 계층형 이미지 분류 체계를 활용하여 (그림 3 좌)와 같은 기존의 수동적인 유실물 정보 입력 방식을 (그림 3 우)와 같이 자동 입력 방식으로 개선하였다. 따라서 단 한 장의 사진만으로 카테고리, 연관 태그, 브랜드 정보 등이 자동으로 입력되어 사용자의 번거로움을 최소화하였다. 이는 유실물 등록 과정에서 사용자가 등록하는 과정을 자동화하여 절차를 감소시키는 효과를 가져와 번거로움으로 인해 습득물을 등록하지 않으려는 심리를 개선하는 효과를 가져온다.



(그림 3) 유실물 등록 비교 (좌 lost112 /우 제안 시스템)



(그림 4) 유실물 조회 비교 (좌 lost112 /우 제안 시스템)

또한, (그림 4 좌)처럼 기존의 등록 시간 순으로 나열되던 단순한 방식이 아닌 (그림 4 우)처럼 랭킹 검색 시스템을 통해 계산된 가중치를 기반으로 사용자가 많이 찾는 물품을 반응형 웹 형태에 맞게 상위에 노출함으로써 유실물을 찾는 과정에서 검색의 효율성 [12]을 높이는 효과를 가져왔다.

4. 결론

본 논문은 기존의 유실물 관리 시스템의 등록과 조회의 불편한 과정을 해결하기 위해 딥 러닝 기반의 계층형 이미지 분류 체계와 가중치 기반의 랭킹 검색 시스템을 이용하여 등록 및 조회가 가능한 사용자 편의 중심의 유실물 등록 및 조회 관리 시스템을 제안하였다. 이는 유실물 등록과 조회 과정에서 사용자의 개입

을 최소화시킨 효율적인 방안이다. 실험 결과, 계층형 이미지 분류 시스템을 통해 기존의 수동적 입력 방식을 자동화된 입력 방식으로 개선함으로써 사용자의 번거로운 등록 과정을 최소화했다. 또한, 가중치 기반의 랭킹 검색 시스템을 통해 사용자가 많이 찾는 물품들을 상위에 노출함으로써 최근 등록된 날짜만 고려한 기존 시스템의 방식을 보완했고, 이는 사용자의 검색 효율성을 높이는 결과를 가져왔다. 결과적으로 본 논문에서 제안한 시스템을 통해 유실물 등록을 자동화하고 조회의 접근성을 높임으로써 사용자의 편의성이 향상되는 결과를 가져왔다.

추후 사용자 개개인의 검색 및 사용 패턴을 고려한 개인화 랭킹 시스템 연구를 통해 사용자 맞춤형 유실물 검색 결과 제공을 기대할 수 있고, 날짜 정보를 이용한 가중치 계산 방법 연구[13] 내용을 참고하여 특정 기간별 유실 빈도가 높은 물품을 추천해주는 연구가 보충된다면 사용자의 검색 편의성 제고를 가져올 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 경찰청 유실물 통합포털(lost112), "<https://www.lost112.gokr/find/seoulMetroFindList.do>".
- [2] 경희대학교, "분실물 등록 및 습득물 안내" "<http://community.khu.ac.kr/ehelp>".
- [3] 진성, 송제열, 김하얀, 이진국, "딥러닝 기반 이미지 자동인식 기술을 활용한 사무집기 자동인식과 정보관리 시스템과의 연동방안", 한국퍼실리티매니지먼트학회논문집, 제12권, 제2호, pp. 73-80, 2017.
- [4] 장현웅, 조수선, "CNN을 이용한 소셜 이미지 자동 태깅", 정보과학회논문지, 제43권, 제1호, pp.47-53, 2016.
- [5] 문우석, 김석수, 김진목 "소셜 네트워크 서비스 환경에서 안전한 사용자 인증과 효과적인 응답성을 제공할 수 있는 도서 시스템", 융합보안논문지 [KCI 등재], 제14권, 제4호, pp.33-40, 2014.
- [6] 성재경, 박상민, 신상윤, 김영복, 김용국 "딥러닝 기반 쇼핑몰 플랫폼용 상품 이미지 자동 분류 시스템 및 사용성 평가", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제17권, 제3호, pp. 227-234, 2017.
- [7] 김진성, 송제열, 김하얀, 이진국, "딥러닝 기반 이미지 자동인식 기술을 활용한 사무집기 자동인식과 정보관리 시스템과의 연동방안", 한국퍼실리티매니지먼트학회논문집, 제12권, 제2호, pp. 73-80, 2017.
- [8] 정다운, 이승재, 이근동, 손형관, 고종국, 오원근, "딥러닝 기반 푸드 검색 시스템을 위한 데이터베이스", 한국통신학회 학술대회논문집, 제2017권, 제11호, pp. 707-708, 2017.
- [9] 박미림, 용환승, "컨볼루션 신경망을 이용한 3 단계 계층 구조에서의 사물인식 기법", 한국정보과학회 학술발표논문집, 제2016권, 제12호, pp.131-133, 2016.
- [10] C. Szegedy, V. Vanhoucke, S. Ioffe, J. Shlens, Z. Wojna, "Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision", Arxiv:1512.00567v3, pp. 2818-2826, 2015.
- [11] 안연찬, 박영기, 이상구, "기업 문서 검색을 위한 인기도 기반 문서 순위 알고리즘", 한국정보과학회 학술발표논문집, 제39권, 제2호, pp.73-75, 2012.
- [12] 김석태, 한인규, 이창용, 고정호, 이도원, 오정민, 방철수, 이극 "SVM을 통한 미확인 침입탐지 시스템 개발", 융합보안논문지 [KCI 등재], 제7권, 제4호, pp.23-28, 2007.
- [13] 심보준, 박진우, 서정연, "날짜 정보를 이용한 가중치 계산 방법을 적용한 자동 문서분류", 한국정보과학회 언어공학연구회 학술발표 논문집, 제2007권, 제10호, pp. 169-173, 2007.

— [저자 소개] —



정 하 민 (Hamin Jeong)
2018년 7월 ~ 2018년 8월 토마토시스
템 웹 개발 직무 인턴
2019년 2월 세종대학교
디지털콘텐츠학과 공학사 (졸업예정)
email : wjdgkals74@gmail.com



유 현 수 (Hyunsoo Yoo)
2018년 7월 ~ 2018년 8월 에이택티엔
(T&) SW개발 직무 인턴
2019년 8월 세종대학교
디지털콘텐츠학과 공학사 (졸업예정)
email : hs27951@gmail.com



유 태 우 (Taewoo You)
2018년 6월 ~ 2018년 8월 삼성전자
무선사업부 SW개발 직무 인턴
2019년 2월 세종대학교
디지털콘텐츠학과 공학사 (졸업예정)
email : ldaytw@gmail.com



김 윤 욱 (Yunuk Kim)
2018년 7월 ~ 2018년 8월 에이택티엔
(T&) SW개발 직무 인턴
2020년 2월 세종대학교
디지털콘텐츠학과 공학사 (졸업예정)
email : goaldae@naver.com



안 용 학 (Yonghak Ahn)
1997년 8월 경희대학교 컴퓨터공학과
공학석사
2005년 2월 경희대학교 컴퓨터공학과
공학박사
1999년 12월 한국통신정보기술 GIS
공학연구소 연구원
2006년 3월 카톨릭대학교
컴퓨터정보공학부 교수
2010년 3월 ~ 현재 세종대학교
컴퓨터공학과 교수
email : yohans@sejong.ac.kr