

고객만족도 피드백을 위한 효율적인 얼굴감정 인식시스템에 대한 연구★

강민식*

요 약

B2C(Business to Customer) 산업에 있어 효율적인 성과관리를 위해서는 고객이 원하는 서비스 요소를 추론하여 고객이 원하는 서비스를 제공하고 그 결과를 평가하여 지속적으로 서비스품질 및 성과를 향상 할 수 있도록 해야 한다. 그것을 위한 중요한 요소는 고객 만족도의 정확한 피드백인데 현재 국내에는 고객의 만족도 측정에 대한 정량적이고 표준화된 시스템이 열악한 상황이다. 최근 얼굴표정 및 생체데이터를 감지하여 사람의 감정을 인식하는 휴대폰 및 관련서비스 기술에 관한 연구가 증가하고 있다. 얼굴에서의 감정인식은 현재 연구되어지는 여러 가지 감정인식 중에서 효율적이고 자연스러운 휴먼 인터페이스로 기대되고 있다. 본 연구에서는 효율적인 얼굴감정 인식에 대한 분석을 하고 고객의 얼굴감정인식을 이용하여 고객의 만족도를 추론할 수 있는 고객피드백시스템을 제안한다.

A Study on Efficient Facial Expression Recognition System for Customer Satisfaction Feedback

Min-Sik Kang*

ABSTRACT

For competitiveness of national B2C (Business to Customer) service industry, improvement of process and analysis focused on customer and change of service system are needed. In other words, a business and an organization should deduce and provide what kind of services customers want. Then, evaluate customers' satisfaction and improve the service quality. To achieve this goal, accurate feedbacks from customers play an important role; however, there are not quantitative and standard systems a lot in nation. Recently, the researches about ICT (Information and Communication Technology) that can recognize emotion of human being are on the increase . The facial expression recognition among them is known as most efficient and natural human interface. This research analyzes about more efficient facial expression recognition and suggests a customer satisfaction feedback system using that.

Key words : B2C(Business to Customer), Customer Satisfaction Feedback, ICT(Information and Communication Technology), Facial Expression Recognition

접수일(2012년 9월 1일), 수정일(1차: 2012년 9월 9일),
게재확정일(2012년 9월 10일)

★ 본 논문은 2012 남서울대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구 되었음.

* 남서울대학교 산업경영공학과

1. 서 론

우리나라 B2C(Business to Customer)서비스 산업에서 고객에게 제공하는 서비스에 대해 정성적 또는 정량적 평가가 부족하고, 평가에 따른 프로세스 개선이 이루어지고 있지 않기 때문에 동일한 문제들이 반복적, 주기적으로 발생함으로써 고객의 만족도가 낮으며 서비스 산업의 경쟁력이 제조업에 비해 글로벌화의 진행(FTA)에 따라 위기요인이 될 수 있다.

따라서 경쟁력 제고를 위해서는 고객 중심의 피드백 분석 및 프로세스 개선 및 평가 서비스 체계로의 전환이 필요한 시점이다.

최근 사람의 음성과 얼굴표정 및 생체데이터를 감지하여 사용자의 감정을 인식하는 휴대폰 및 관련서비스 기술에 관한 연구가 증가하고 있다. 얼굴에서의 감정인식은 현재 연구되어지는 여러 가지 감정인식 중에서 효율적이고 자연스러운 휴먼 인터페이스로 기대되고 있다.

본 연구에서는 B2C 서비스 분야의 고객 피드백 시스템 구성에 있어 얼굴감정인식 기술을 이용한 시스템을 제안하고자 한다.

얼굴감정인식 기술에는 얼굴인식 방법과 감정인식 방법이 사용되는데 본 연구에서는 기존의 방법을 분석하여 효율적인 방법을 도출하고 제안한 방법의 효율성을 실험을 통하여 입증한다. 궁극적으로는 그것을 기반으로 스마트폰과 같은 모바일을 이용하여 서비스를 받은 고객얼굴의 감정을 인식하여 고객 만족도를 추론할 수 있는 피드백 시스템을 제안한다.

2. 국내외 연구동향

국내 ICT산업의 제2의 스마트폰 위기 도래에 따라 최근 감성 ICT의 혁신적 기술 확보와 생태계 구축 등 선제적 대응체계 마련의 필요성이 제기 되고 있다. 80년대는 생산력이 경쟁력 관건이었고 90년대는 신기술 확보가 시장 지배력을 좌우했으며 2000년대는 기술과 감성이 제품 구매력을 결정하는 시대로 변화하고 있는 것이다.

감성ICT산업은 일상생활에서 제공되는 제품과 서비스에 인간의 감성을 자동 인지하고 사용 상황에 맞

게 감성정보를 처리하여 사용자 감성 맞춤형 서비스를 제공하는 감성 ICT기술이 융합된 산업으로 정의되고 있다. 이에 따라 휴먼 인터페이스에 관한 연구에서 인간의 감정을 어떻게 인식할 수 있는냐가 새로운 문제로 부각되고 있다.

심리학 분야에서도 얼굴 분석과 인식에 대한 연구가 수년간 이루어졌으며 심리학자인 Ekman과 Friesen의 연구에 따르면 사람의 여섯 가지 감정인 기쁨, 슬픔, 화남, 놀람, 혐오, 공포는 각각의 문화에 영향을 받지 않고 공통으로 인식되는 기본 감정으로 분류하였다[1]. MIT 미디어랩의 Human Dynamics 그룹 연구를 이끌고 있는 Sandly A. Pentland 교수는 사람들 사이의 대화를 분석하는 Sociometric Badge[2]를 개발하여 심리학 실험을 분석하고 있다. 얼굴인식을 기반으로 하는 감정인식 연구에는 광학적 흐름분석(optic flow analysis), 홀리스틱 분석(holistic analysis),국부적인 표현(local representation) 등이 있다. 과학적 흐름 분석에는 Lien[3]이 얼굴감정인식을 수행하기 위해 광학적 흐름 추정을 통한 얼굴의 모션 분석을 하였다. 또한, 홀리스틱 분석은 얼굴 전체에 대한 분석으로 얼굴 영상들의 통계학으로부터 학습된 데이터 구동커널을 사용한다. 대표적인 방법으로 PCA(principal component analysis)[4], LFA(Local Feature Analysis)[5],LDA(Linear Discriminant Analysis)[6] 등이 연구되어지고 있으며 이와 같은 방법들은 영상집합의 2차 종속성에 근거하지만 고차 종속성에는 민감한 단점이 있다.

최근에는 ICA(Independent Component Analysis)를 이용하여 2차 모멘트뿐만 아니라 고차 모멘트를 고려하는 ICA-basis 표현방법이 연구되고 있으며[7] 국부적인 표현방법으로는 얼굴영상의 세부적인 영역을 다루는 Local PCA[8], Gabor 웨이블릿 표현방법[9] 등이 있다.

M. Pantic[10]은 특징점으로서 눈썹과 눈 콧구멍, 턱의 contour를 측정하여 사용하였고 분류기로서 rule-based method를 이용하였다. 총 6개의 표정(기쁨, 슬픔, 놀람, 화남, 두려움, 혐오)으로 구분하였고 256개의 정지 이미지를 사용하여 91% 표정 인식률을 얻었다.

이오영[11],한수정[12]은 ICA-factorial 표현방법은 얼굴인식에서 ICA-basis 표현방법보다 좀 더 최적으로 표현할 수 있으며, 대규모 학습영상을 다룰 수 있

는 장점을 가지고 있다는 것을 이용하여 인식단계로는 특징벡터들의 유클리디안 거리에 근거한 KNN (K-Nearest Neighbor) 알고리즘을 이용하여 유사도를 측정하였고 6개의 기본 감정에 대해 얼굴 감정 데이터베이스를 구축하고 기존의 방법과 비교하여 좋은 인식성능을 보였다.

본 연구에서는 기존의 여러 얼굴감정인식 방법을 분석하여 가장 효율적인 알고리즘을 도출한다. 얼굴 표정을 인식하는 효율적인 방법으로서 AdaBoost 알고리즘을 사용한다. 이것은 학습시간이 오래 걸린다는 단점이 있지만 실행속도가 다른 방법에 비해 빠르고 인식률도 높은 편이어서 얼굴표정을 인식하는데 적합한 방법이다. 여기서는 학습시간이 오래 걸린다는 단점을 보완하기 위해 처리시간을 단축시켜 실시간 사용에 적합하도록 관심영역을 지정하고 부분적으로 처리함으로써 성능을 향상 시키는 알고리즘을 개발 한다.

3. 효율적인 얼굴인식 알고리즘 구성

3.1 얼굴인식 원리

얼굴 표정 인식은 세 가지 면에서 어려움이 있다. 먼저 얼굴 이미지나 이미지 시퀀스(image sequence)에서 얼굴을 검출하여야 하고 검출한 얼굴에서 얼굴 표정 데이터를 추출해야 하며 추출한 데이터를 가지고 얼굴 표정 분류를 해야 한다. 이런 어려움들 때문에 얼굴 표정 인식에 관련된 연구는 입력 데이터에 대해서 사전 처리(pre-processing)와 특징점 추출(feature extraction), 분류(classification), 사후 처리(post-processing) 등의 단계를 거쳐 얼굴 표정을 구분하게 된다.

시스템의 대략적인 과정은 먼저 얼굴 영역을 추출하고 이로부터 다시 매칭 특징을 뽑아낸 후 데이터베이스와의 비교를 통해 얼굴을 인식한다. 미리 얼굴 영상과 신상 데이터베이스를 구축한 후 카메라를 통해 들어오는 영상을 분석하여 데이터베이스의 자료와 비교해 얼굴을 인식한다.

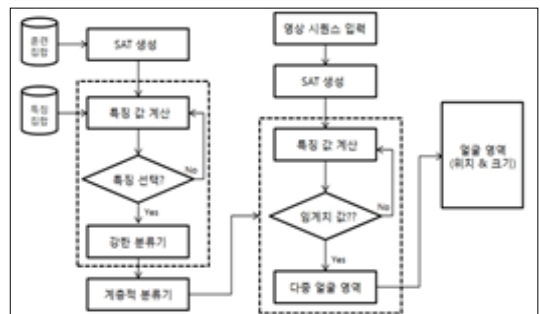
얼굴을 인식하는 방법 중에서도 특징점 기반 방식으로 추출하는 방법은 얼굴인식에서 사용하는 전통적인 방법으로 눈, 코, 입 등 얼굴의 특징을 나타낼 수 있는 곳에 점을 찍고 이 점들 사이의 관계를 이용해

얼굴을 구분하는 방법이다. 일반적으로 많이 사용하는 것이 눈 사이의 거리, 눈썹의 꺾어진 각도, 코의 길이, 입의 크기 등이다. 특징점의 개수나 위치는 정해진 것이 없고 주어진 얼굴 데이터베이스를 잘 구분해내는 정도에서 최소한으로 잡아야 한다. 얼굴인식단계로서 전 처리(preprocessing)과정은 캡처된 이미지를 인식하기 위한 준비 단계이다. 얼굴 색상 분포는 얼굴인식이나 영상인식에서 비슷하게 GSCD(General Skin Color Distribution)로 쓰기도 한다.

캡처된 이미지를 보면 피부색에 대한 색상 발생 빈도가 특정 영역을 중심으로 밀집되어 있다. 입력된 컬러 영상에서 얼굴의 피부 색상만을 추출하기 위해 얼굴 피부 색상과 비슷한 값을 가지는 픽셀의 색상 값은 높은 확률 값을 갖게 하고 그 이외의 색상의 영역은 낮은 확률 값을 갖게 하는 방법이다. 영상처리의 가장 기본적인 기법 중 하나인 이진화(Binary) 기법은 지문인식 기술, 문자인식 기술에서 특정 정보를 추출하기 위한 전 처리 과정으로 영상을 향상시키기 위해 사용된다. 임계 값이란 경계 값이라고 할 수 있으며 특정 정보 추출을 위해 영상의 특징을 나눌 때 기준으로 잡는 값을 말한다.

얼굴 영역 내에서 얼굴의 특징점을 찾기 위해 얼굴 성분, 즉 눈과 눈썹, 입과 코 후보 영역을 찾아야 한다. 먼저 얼굴이 아닌 배경이 되는 부분을 라벨링 알고리즘을 이용해 찾는다. 눈과 눈썹을 찾기 위해 앞에서 설명한 눈과 눈썹 색상을 이용해 가우시안 변환한 이미지와 원본 입력 영상을 그레이 스케일한 이미지를 이용해 연산을 한다.

3.2 요구사항 분석 및 설계



(그림 1) 시스템 구성도

<표 1> 얼굴인식 과정

처리과정	제공 정보
전처리 정보	Gray Image → Binary Image → Difference Image → Morphology Image
얼굴 인식	AdaBoost algorithm
특징점 추출	점(코너)기반 접근으로 각 특징별 코너 추출.
표정 인식	코너의 방향성과 각도, 거리(움직임의 양), 면적 등의 정보로 표정인식을 가능하도록 함.

얼굴인식 프로그램을 위한 구성도는 그림1과 같이 인식과정은 표1과 같다. 얼굴인식 영상처리 설계는 그림2와 같이 영상분석 블록과 이벤트처리 블록 순서로 구성한다.



(그림 2) 영상처리 설계 순서

구체적인 설계 알고리즘은 다음과 같다.

1. 영상획득 : 카메라는 초당 30frame을 지원하고 디지털 컬러 이미지는 3색 컬러 평면으로 구성한다. 알고리즘에서 물체구분과 그림자 영향을 제거하기 위해 RGB(Red Green Blue)를 사용한다.
2. 전처리과정 ①Gray :이진 영상보다는 더 밝은데, 각 화소의 밝기가 여러 단계로 보통 흑백 사진이 이에 해당되며 밝기의 단계는 검정색에서 시작해서 중간에 회색이 있고 마지막에 흰색으로 끝난다. ② 이진화 : 임의의 경계 값(Threshold)을 기준으로 하여 어두우면(작으면) 전부 0으로, 밝으면(크면) 전부 255로 설정한다. Gray 영상이 256단계의 밝기만을 표현해서 나타낸 영상이라면, 이진화영상은 0

과 1, 즉 완전한 흑과 백으로만 밝기를 표현한다.③ 차영상 : 두 영상간의 차(빼기) 연산 결과를 취하는 영상. 3채널 영상 → 1채널 영상 → 차 연산 처리. 실제 결과는 움직이는 부분만 표시된다. ④모폴로지 : 기본적으로 팽창(Dilation)과 침식(Erosion). 통상적으로 영상 내에서 잡음 제거, 또는 구성 요소들의 결합 또는 분리 등의 폭넓은 분야에서 사용된다.

3. 배경제거: 배경영상과 입력되는 영상간의 픽셀 비교를 통해 전경영역 추출을 하여 프로세싱에서 기존 프레임과 현재 프레임을 비교하여 배경을 제거한다.
4. 관심 영역 지정: AdaBoost의 처리시간을 단축하도록 관심 영역을 지정하고 부분적으로 처리함으로써 성능을 향상시킬 수 있다. 입력된 영상에서 얼굴 영역을 사각형 혹은 다각형으로 지정하고 개체의 군집 특성을 표본 샘플에 의한 크기로 환산하여 군집의 크기를 계산한다.
- 5.움직임 영역 추출: 전경영역은 입력영상과 배경영상의 픽셀 유사도가 높을 경우 전경 영역으로 추출되지 못하는 경우가 있어 구멍이나 영역 끊김 현상 발생하는데 성능을 높이기 위해 Adaboost 사용한다.
6. 얼굴 추적: 영상 내 움직이는 물체의 경우 각 프레임 당 움직이는 거리 및 크기가 크게 변하지 않고 빠른 처리 속도 가능하며 얼굴이 겹쳐지는 경우의 구분을 위해 처음 두 객체 이상의 크기 정보를 가지고 있다가 급격하게 커지는 경우와 얼굴의 개수가 줄어드는 경우의 정보를 합하여 두 개 이상의 객체가 있다고 판단한다.
7. 얼굴 가정: 전경영역을 추출하지 못할 때의 문제를 해결하기 위한 알고리즘으로 AdaBoost 알고리즘을 이용했을때 순간적으로 벗어난 경우에도 기존 프레임에서 얼굴이라고 인식된 경우 계속해서 인식하도록 가정한다.
- 8.이벤트 검출 :얼굴의 특징점을 추출하여 특징점이 관심영역의 지정된 위치(Line 또는 영역)를 통과하는 경우 검출되는 이벤트가 관심 영역 안에 1초 이상 표정이 기준과 부합되는 경우만 인식한다.

3.3 실험 결과

실험방법으로는 정면얼굴과 좌우 약15도 정도만 트레이닝시켰으며 샘플수는 약20,000장으로 한다(Positive Image = 8,000장 , Negative Image = 12,000장).

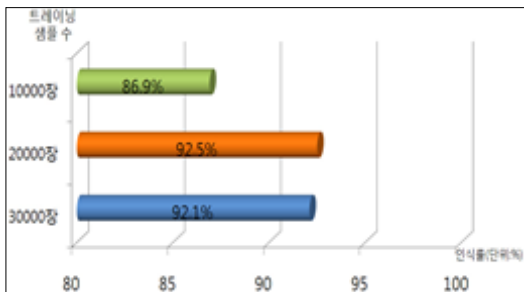
그림 3과 같이 실험 결과의 성능을 일반사진으로 포털사이트 파란의 푸딩 얼굴인식 서비스와 비교한 결과 푸딩 얼굴인식 서비스로서는 인식을 제대로 하지 못했지만 여기서 제안한 방법에 의해 얼굴을 인식할 수 있었다.

또한 정면과 좌·우 트레이닝 범위 내에서 움직임 결과 너무 많이 돌리는 경우를 제외하고는 모두 얼굴을 인식하고 추적하는데 성공하였으며 상용화되어 있는 얼굴인식 소프트웨어와 비교해서도 좋은 결과를 얻었다. 빠르게 움직여도 인식률에는 변화가 거의 없었으며, 트레이닝 샘플 수가 많아질수록 높은 인식률을 보여준다. 단, 샘플수가 과도하게 많아지면 처리 속도가 느려짐에 따라 샘플 수는 2만개로 제한 한다.

그림4는 이미지 트레이닝 샘플 수에 따라 달라지는 인식률을 보여주고 있는데 20000장이 넘으면 오히려 인식률이 떨어지는 것을 알 수 있다.



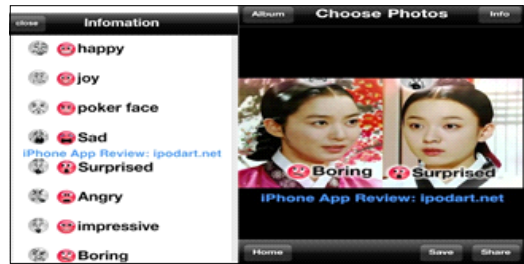
(그림 3) 상용 얼굴인식 소프트웨어와 결과 비교



(그림 4) 트레이닝 샘플 수에 따른 인식률

3.4 시스템 구성

6개의 기본 감정(기쁨,슬픔,화남, 놀람,공포,혐오)에 대해 얼굴 감정 데이터베이스를 구축하고 실험하여 연구한 결과에 의하면 기쁨과 슬픔은 분류하기가 쉽고 놀람과 공포, 화남과 혐오의 감정은 분류하기가 어려운 결과가 나왔다. 서비스 분야에 따라 고객의 감정을 그리 세분화 할 필요는 없을 것이라는 전제하에 6가지 감정을 슬픔,기쁨,화남 또는 놀람 정도로 구분하여 적용하는 것도 실제 시스템 구성시 고려해 볼만하다. 감정표현에 대해서는 세가지 부분(눈썹,눈꺼풀,입)의 표현으로 구분한다[12].



(그림 5) 얼굴감정인식 모바일 어플리케이션

그림 5는 기존에 나와 있는 얼굴표정인식 어플리케이션의 예이다. 여기서는 얼굴표정을 10개로 구분하였고 단순한 오락용 어플리케이션이다. 기존 얼굴감정인식 알고리즘의 활용에 있어 어플리케이션의 경우 첫인상 호감도 테스트라든지 위의 예에서처럼 얼굴표정에서 감정을 맞출 수 있는가를 보는 등 주로 오락용에 치우쳐 있다.

여기서 제안한 얼굴감정인식 알고리즘을 이용하여 병원이나 은행 등에서 서비스를 받은 고객의 만족도를 측정하는 시스템에 활용할 수 있다. 예를 들어 스캐너 밑에 있는 스크린을 통해서 사고 싶은 물건의 이미지들이 순차적으로 지나가고 스캐너는 고객의 미묘한 얼굴표정을 인식해 그 사람이 가장 마음에 들었던 물건을 자동적으로 결정해줄 수 있다.

4. 결론 및 향후과제

최근 감성 ICT의 혁신적 기술 확보와 대응체계 마련

의 필요성이 제기되고 있으며 선진기업은 ICT산업 돌파구로 감성전달 기술에 주목하여 시장의 차별화에 주력하고 있다. IT산업의 전체적인 방향이 PC중심에서 네트워크중심을 거쳐 고객 중심으로 옮겨 감에 따라 고객의 행동은 물론 감정, 기호 등을 종합적으로 파악하여 맞춤형 서비스를 제공하는 것이 중요해지고 있다.

기계가 사람의 감정을 인식하여 그들의 상황을 이해할 수 있다면 감지된 상황에 따라 능동적으로 사람에게 도움을 줄 수 있을 것이다.

국내 B2C 산업에 있어 경쟁력 제고를 위해서는 고객 중심의 피드백 분석 및 프로세스 개선 및 평가 서비스 체계로의 전환이 필요하며, 이를 효과적으로 지원하기 위한 지능형 의사결정 지원 도구 개발이 필요하다. 본 연구는 얼굴감정인식 기술을 이용한 고객의 만족도를 파악할 수 있는 시스템 구성이 궁극적인 목표이다.

여기서는 기존의 여러 얼굴감정인식 방법을 분석하여 가장 효율적인 알고리즘을 제안하였다. 실시간으로 얼굴을 추적하여 얼굴표정을 인식하는 효율적인 방법으로서 관심영역을 지정한 AdaBoost 방법을 제안하고 구현하였는데 이것은 학습시간이 오래 걸린다는 단점이 있지만 실행속도가 다른 방법에 비해 빠르고 인식률도 높은 편이어서 얼굴표정을 인식하는데 적합한 방법이다. 실험을 통하여 그 효율성을 입증하였다.

향후 과제로서 여기서 제안한 효율적인 얼굴인식 알고리즘을 이용하여 본 연구에서 제안하고 있는 모바일등과 같은 시스템을 통해 고객만족도 피드백 시스템을 구현하는 것이다.

참고문헌

[1] P. Ekman, W. Friesen, "Facial Action Coding System : A Technique for the Measurement of Facial Movement", Consulting Psychologists Press, 1978.

[2] Kim, T. Chang, A. & Pentland, A. "Meeting Mediator: Enhancing Group Collaboration with Sociometric Feedback ", Proceedings of Conference on Computer Supported Collaborative Work, 457-466, 2008.

[3] J. Lien, T. Kanade, C. Li, "Detection, tracking, and

classification of action units in facial expression", J. of Robotics and Autonomous Systems, Vol. 31, No. 3, pp. 131-146, 2000.

- [4] M. Turk, A. Pentland, "Eigenfaces for recognition", J. of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, No. 1, pp. 71-86, 1991.
- [5] P. Penev, J. Atick, "Local feature analysis: a general statistical theory for object representation", Network : Computation in Neural Systems, Vol. 7, pp. 477-500, 1996.
- [6] P. Belhumeur, J. Hespanha, D. Kriegman, "Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 7, pp. 711-720, 1997.
- [7] C. Padgett, G. Cottrell, "Representing face images for emotion classification", Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 9, MIT Press, 1997.
- [8] A. Bell, T. Sejnowski, "An information maximization approach to blind separation and blind deconvolution", Neural Computation, Vol. 7, pp. 1129-1159, 1995.
- [9] M. Bartlett, "Face Image Analysis by Unsupervised Learning and Redundancy Reduction ", PhD thesis, Univ. of California, 1998.
- [10] M. Pantic, "An Expert System for Multiple Emotional Classification of Facial Expressions" Proc. 11th IEEE Int. Conf. on Tools with Artificial Intelligence, 113-120, 1999.
- [11] 이오영, 박혜영, 최승진, "Factorial code 표현법을 이용한 얼굴인식", 한국통신학회논문지 Vol. 26, No. 10B, pp. 1444-1452, 2001.
- [12] 한수정 외, "ICA-factorial 표현법을 이용한 얼굴감정인식", 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 Vol. 13 No. 3 pp. 371-376, 2003.

[저자소개]



강민식 (Min-Shik Kang)

1986년 2월 한양대학교 산업공학과
학사

1988년 2월 한양대학교 산업공학과
석사

2002년 2월 한양대학교 산업공학과
박사

1990년~2000년 신도리코 경영정보실

2001년~2003년 kcc정보통신

2003년 9월~현재 남서울대학교 산업
경영공학과 부교수

<관심분야> 정보기술, ERP, IT융합,
데이터베이스, 경영혁신 등

email : mskang@nsu.ac.kr