

인공지능과 IoT 기술을 활용한 택내 커피하우스 구축

김재희*, 강보경*, 금진우*, 조병수*, 문재현**+

*대전대학교 컴퓨터공학과

**한국기술거래사회

+교신저자

xcv20123@naver.com, mint48579@naver.com kk3@kakao.com,
whqudn21@naver.com, smjhoon@gmail.com

Implementation of coffee house using Artificial Intelligence and IoT technology

Jae-Hee Kim*, Bo-Gyeong Kang*, Jin-Woo Kum*,

Byung-Soo Cho*, Jae-Hyun Moon**+

*Dept. of Computer Science, Daejeon University

**Korea Technology Transfer Agents Association

+Corresponding author

요 약

커피는 전 세계인들의 꾸준한 인기를 받고 있으며, 커피머신에 대한 관심이 증가하고 있다. 따라서 본 논문의 커피머신은 IAFC(Integrated Adaptive Fuzzy Clustering) 신경회로망을 이용하여 지도학습 및 비지도 학습으로 개인에게 최적화된 커피를 제공한다. 또한, 사용자는 어플리케이션을 통해 커피머신을 무선으로 조작할 수 있고 웹을 통한 관리자 모드로 데이터를 관리하고 학습시킬 수 있다.

1. 서론

세계적으로 커피가 확산되면서 많은 사람이 커피를 즐겨 마신다. 한국 농촌경제연구원의 ‘2019 식품 소비행태조사 기초분석보고서’에 따르면 성인이 가장 선호하는 음료는 커피로 나타났다. 적당량의 커피를 섭취하는 것은 집중력을 높여주고 다이어트와 건강에 도움을 준다는 많은 연구 결과가 존재한다. 이에 커피 소비량은 지속적으로 증가하고 있다.

<성인 선호 음료>



(그림 1) 현재 성인들의 선호하는 음료 실태[1].

커피 수요의 증가로 국내 커피 시장은 일반적인 주스나 탄산음료에 비해 큰 성장률을 보인다. 그리고 시간이 지나면서 커피에도 유행이 생겼으며, 이

것을 ‘커피 트렌드’라고 한다. 커피의 트렌드로 흑당 커피, 달고나 커피 등을 예로 들 수 있다. 커피의 종류뿐만 아니라 커피를 마시는 장소, 가격 등도 커피 트렌드가 될 수 있다. 커피에 대한 개인의 생각과 취향은 주관적이며 다양하기 때문에 일반화시키기 어렵다.

따라서 본 연구는 인공지능을 기반으로 개인에게 최적화된 커피를 추천 및 제공하는 커피머신을 설계하고 구현한다.

2. 관련연구

2.1 IAFC(Integrated Adaptive Fuzzy Clustering)

IAFC 신경회로망은 퍼지 신경회로망으로 상대적 거리와 퍼지 학습 규칙을 활용하였다. 학습 규칙들 중에서 경쟁학습을 사용하고 신경망의 출력 뉴런들은 경쟁하여 오직 하나의 출력 뉴런만이 활성화된다. 퍼지 경쟁 학습 알고리즘은 학습과정에서 승리한 뉴런과 승리하지 못한 뉴런 모두 가중치가 조정되며, 그 정도는 퍼지 소속도 뿐만 아니라 학습률에 따라 달라진다.

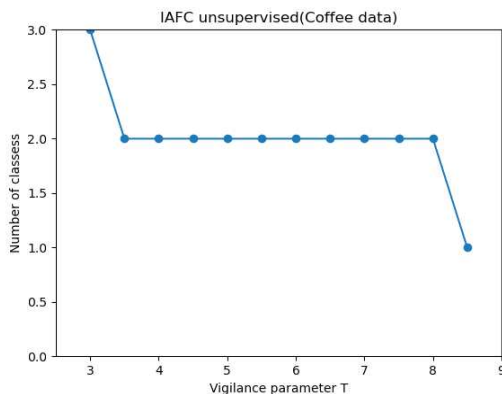
IAFC 신경회로망은 세 부분의 절차를 가지는데, 승리한 뉴런을 결정하는 것으로 시작하여 Vigilance

(경계)테스트를 수행하고 모든 출력 뉴런의 가중치를 조정하는 것으로 구성이 되어있다.

IAFC를 이용한 비지도 학습(Unsupervised learning)일 경우 보통의 K-means 알고리즘과 달리 초기에 k값을 정해주지 않고 진행하며 학습과정에서 스스로 군집의 개수를 제어한다. 가중치는 식(1)을 사용하여 조정한다[2, 3].

$$\mathbb{V}_I(t+1) = \mathbb{V}_I(t) + \lambda_{fuzzy} [\mathbb{X} - \mathbb{V}_i(t)] \quad (1)$$

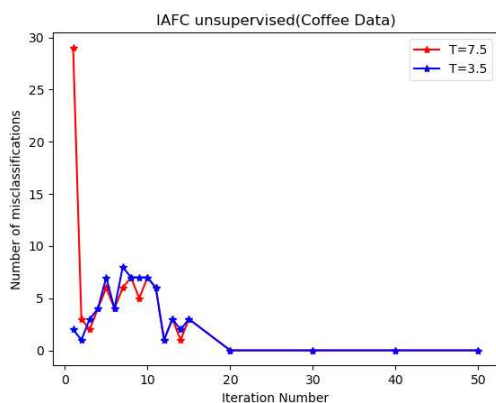
2.2 IAFC를 활용한 Coffee Density 추출



(그림 2) TAU(T)값에 따른 클래스 개수.

TAU값은 군집의 크기를 결정하는 매개 변수로 크기가 클수록 생성되는 군집의 개수가 줄어들고, 크기가 작을수록 생성되는 군집의 개수가 늘어난다. 본 논문에서는 커피 종류인 아메리카노와 에스프레소를 의미하는 두 개의 군집이 생성되어야 하기 때문에 3.5와 8사이의 값으로 학습을 진행해야한다.

다음으로 최적의 TAU값을 찾기 위해 학습이 진행됨에 따라 가장 에러가 적게 나오는 값을 확인하여 프로젝트에 활용하였다.



(그림 3) 학습 횟수에 따른 에러의 개수.

TAU값을 3.5와 7.5로 두고 테스트를 진행한 결과 초기 에러가 발생하는 빈도가 상대적으로 더 적은 3.5로 값을 설정하였다. 또한 최소 20번의 학습을 진행해야 에러의 개수가 0으로 수렴하며, 20번 이하로 학습을 진행할 경우 상대적으로 에러의 개수가 평균 2~5개 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

본 논문의 학습 데이터는 커피의 진하기로 아메리카노는 1~5, 에스프레소는 6~10의 정수 값을 가진다. 가상 데이터로 비지도 학습을 진행한 결과 아메리카노 군집의 대푯값은 3, 에스프레소 군집의 대푯값은 9가 생성되었고 이 값은 이후 지도 학습의 초기 대푯값으로 사용했다. 이러한 비지도 학습을 통해 값을 추출하는 이유는 실제 지도 학습으로 사용자에게 최적화된 커피 기호를 제공하기 위함이다.

IAFC를 이용한 지도 학습(Supervised learning)은 식(2)로 가중치가 조정된다[4].

$$\mathbb{V}_I(t+1) = \mathbb{V}_I(t) + f(t) \cdot \mu_{relative} \cdot \mu_I \quad (2)$$

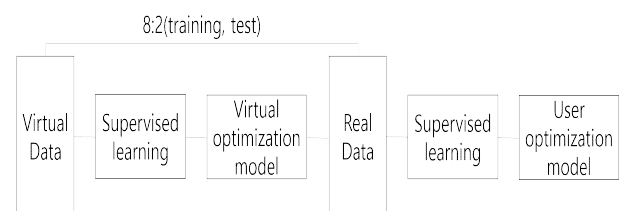
$$\mathbb{V}_I(t+1) = \mathbb{V}_I(t) - f(t) \cdot \mu_{relative} \cdot \mu_I \quad (3)$$

식(2)는 분류한 값이 일치할 때 현재 대푯값에서 입력 데이터의 위치로 조금 이동하며, 분류한 값이 일치하지 않을 때 식(3)과 같이 현재 대푯값이 입력 데이터의 위치에서 멀어진다. 여기서 $\mu_{relative}$ 는 입력 벡터의 결정 경계선으로부터의 거리에 의해서 결정되는 소속도이다. $f(t)$ 의 값은 식(4)에서 확인할 수 있다.

$$\frac{C}{1 + m_{fk}(t-1)} \quad (4)$$

상수 m_{fk} 와 C 는 프로그램 상에서 학습률을 조정하는데 사용된다.

결과적으로 지도학습을 진행하면 가상 데이터 초기 최적화 모델을 생성한 뒤, 실제 사용자의 데이터를 수집하고 일정량 쌓이면 재학습을 진행하여 실제 사용자 최적화 모델을 생성한다.

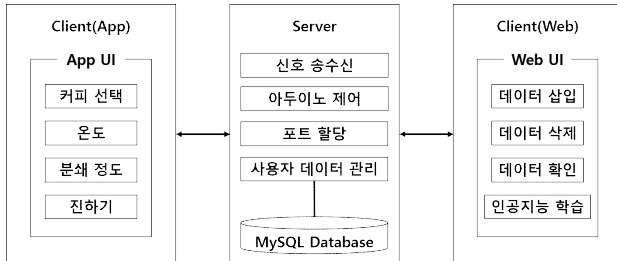


(그림 4) 최적화 모델을 위한 지도 학습 구조.

만약 연한 커피를 좋아하는 사람은 대푯값이 1과 2에 가깝게 결정되며, 반대로 진한 커피를 좋아하는 사람은 9와 10에 가깝게 결정된다.

3. 커피머신 시스템 설계 및 구현

3.1 시스템 구성



(그림 5) 시스템 구성도.

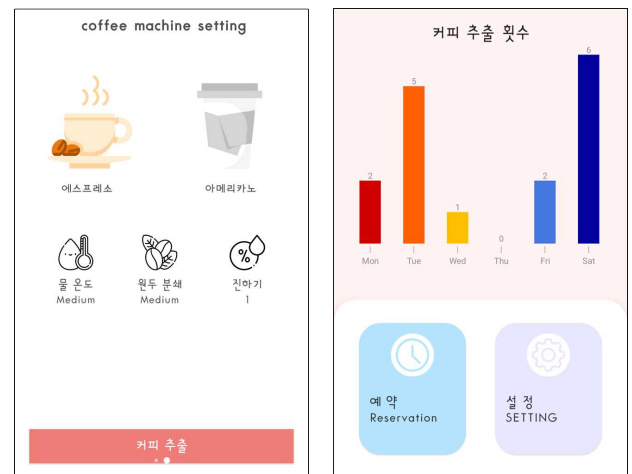
본 논문의 시스템 구성도는 [그림 5]과 같다. 사용자는 어플리케이션을 통해 커피 종류를 선택하고 기호에 맞는 온도와 분쇄 정도, 진하기를 설정할 수 있다. 그리고 관리자 모드인 웹을 통하여 데이터베이스에 저장된 데이터들을 확인할 수 있으며, 필요시 추가하거나 삭제가 가능하다. 충분한 만큼의 데이터가 축적이 된 것을 확인한 뒤 학습을 진행할 수 있고 학습의 결과를 시각적으로 확인할 수 있다. 서버에서는 각 클라이언트에서 받은 신호를 송수신하여 전달하는 역할과 어플리케이션, 웹의 통신을 위해 두 개의 포트를 할당한다.

어플리케이션과의 통신은 같은 네트워크 내에서 상호작용을 할 수 있는 Tcp/Ipprotocol을 사용하여 설계하였고, 통신의 신뢰성을 보장하기 위하여 송수신의 버퍼 크기를 조절한다. 이때 송신측은 자신이 보낼 데이터의 길이 정보를 우선 송신하여 수신측에서 해당 데이터의 길이만큼 버퍼를 할당하고 대기한 뒤, 수신한 데이터의 길이가 일치하면 긍정 신호를 보내어 다음 데이터를 받을 준비를 하고 수신한 데이터의 길이가 일치하지 않으면 부정 신호를 보내어 같은 데이터의 재전송을 요청한다.

웹과의 상호작용은 Python의 Flask라이브러리를 사용하여 설계하였다. Flask는 웹 프레임워크로써 Django 프레임워크보다 부담이 적으며 구축할 수 있는 서버의 규모도 능동적으로 조절이 가능하여 쉽게 사용할 수 있다. 현재 Flask에서 웹 페이지를 렌더링 하는 과정에 SQL문을 삽입함으로써 관리자 모드인 웹에서는 간단한 버튼 조작만으로 데이터베이스를 관리할 수 있다.

3.2 소프트웨어 구성(어플리케이션)

어플리케이션은 3개의 화면으로 구성되어있다. 먼저, 사용자가 실제로 커피를 추출할 수 있는 환경을 제공하는 커피 설정화면에서 다양한 커피 값을 설정하고 추출할 수 있다. 기본 설정 화면에서는 일 단위 별로 커피를 추출한 횟수를 그래프 형식으로 확인할 수 있으며 원하는 시간에 커피를 추출할 수 있도록 예약 기능을 추가하였다. 그리고 예약 기능 설정 시 Push알람의 사용 유무와 커피머신의 전원을 제어할 수 있다. 마지막으로 어플리케이션을 처음 사용하는 사용자를 위한 가이드라인을 제시해주기 위해 도움말 화면을 제작하였다.



(그림 6) 어플리케이션 UI 메인(왼쪽), 옵션(오른쪽).

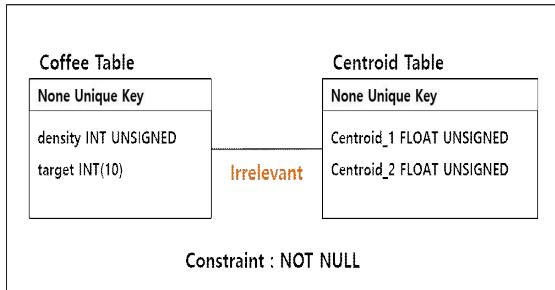
3.3 데이터베이스 구성

신경회로망을 사용하여 사용자가 학습을 진행하기 위해서 사용자 데이터를 수집하고 관리할 필요성이 있다. 본 논문에서는 데이터베이스로 리눅스와 윈도우 환경 모두를 지원하며 오픈소스의 관계형 데이터베이스 관리 시스템인 MySQL을 사용한다[5].

현재 'ISIADB'라는 데이터베이스를 생성하여 사용자가 추출한 커피의 진하기(density)와 해당 진하기의 클래스(target)를 저장하는 'Coffee'테이블과 지도 학습을 위해 이전의 아메리카노와 에스프레소의 대푯값을 저장하는 'Centroid'테이블로 구성된다.

어플리케이션과 웹(관리자 모드)은 서버의 MySQL 데이터베이스로 동기화된다. 사용자가 어플을 통해 선택한 커피의 진하기는 서버로 신호가 전송되어 서버는 해당 작업을 처리할 때 MySQL에 데이터를 저장하게 된다. 이렇게 모이게 된 실제 사용자 데이터를 관리자 모드(웹)에서 학습 데이터셋 포맷으로 변환한 뒤 학습을 진행할 수 있다.

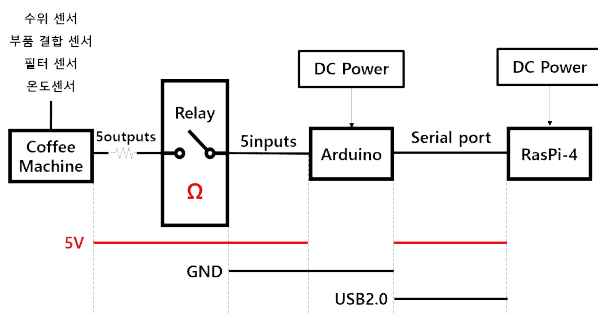
Use 'ISIADB'



(그림 7) 'ISIADB' 데이터베이스 엔티티관계도.

3.4 하드웨어 구성

커피머신을 원격으로 제어하기 위해 커피머신 내부의 PCB를 분해하여 회로를 조사하였다. 총 6개의 버튼으로 구성된 커피머신이었으며, 버튼 기판의 뒷면에 납으로 마감처리가 되어있는 부분을 점퍼선으로 연장하여 아두이노와 연결되어있는 릴레이와 결합시켰다. 전압은 테스터기를 사용하여 측정한 결과 5V를 사용하는 것으로 파악이 되었다. 추가적으로 커피머신 내부의 수위센서와 온도센서 등은 기기 내부적으로 처리가 되고 있으며 물이 부족한 경우 커피머신 디스플레이를 통해 사용자에게 알려준다.



(그림 8) 하드웨어 구성도.

커피머신은 어플리케이션에서 신호를 보내면 서버를 통해 해당 신호가 전송되고 서버는 신호에 맞는 처리를 아두이노에게 지시한다. 아두이노는 그에 맞는 전류를 해당 릴레이에 흐르게 함으로써 사람이 버튼을 직접 누르는 것과 동일한 동작을 수행하도록 했다.

4. 결론

본 논문은 IAFC(Integrated Adaptive Fuzzy Clustering) 신경회로망을 이용하여 개인 또는 단체에게 최적화된 커피를 제공해주는 커피머신을 개발하였으며, 직관적인 인터페이스를 제공한다. 사용자는 커피머신의 거리적 제약을 받지 않고 같은 네트

워크 내에서는 언제 어디서든지 어플리케이션을 이용하여 커피를 추출할 수 있다. 또한 사용자가 커피를 추출하고 난 뒤 만들어지는 데이터는 이후 사용자 최적화 모델을 생성하기 위한 지도학습의 데이터셋으로 사용된다. 학습은 웹을 통한 관리자 모드를 사용함으로써 동작시킬 수 있으며, 추가적으로 데이터의 삽입과 삭제, 축적된 데이터의 양을 확인할 수 있다. 아래의 사진은 실제로 인공지능 학습의 결과로 진한 커피와 연한 커피가 나오는 상황이다.



(그림 9) 진한 커피 추출(왼쪽), 연한 커피 추출(오른쪽).

감사의 글

IAFC(Integrated Adaptive Fuzzy Clustering) 알고리즘 사용 허락 및 지도해주신 대전대학교 컴퓨터공학과 김용수 교수님께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 한국농촌경제연구원, "2019 식품소비행태조사 기초분석보고서" 2019
- [2] Y. S. Kim and S. Mitra, "An adaptive integrated fuzzy clustering model for pattern recognition", Fuzzy Sets and Systems, 제65권, pp.297-310, 1994
- [3] Y. S. Kim, "An unsupervised neural network using a fuzzy learning rule", Proceedings of 1999 IEEE International Fuzzy Systems, 제1권, pp.349-353, 1999
- [4] Y. S. Kim, "Integrated adaptive fuzzy clustering(IAFC) neural networks using fuzzy learning rules", Iranian Journal of Fuzzy System, 제2권, 제2호, pp.1-13, 2005
- [5] "MySQL", 위키피디아, 2020.09.06
<https://ko.wikipedia.org/wiki/MySQL>

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.