

# 가변형 키오스크를 위한 지능제어 시스템 설계

경여선\*, 김주웅\*, 유영철\*, 정성부\*\*, 엄기환\*

\*동국대학교, \*\* 서일대학교

## Intelligent Control System for Universal Kiosk

Yeosun Kyung\* Joo-woong Kim\* Young Cheol Yoo\* Sung-Boo Jung\*\* Ki Hwan Eom\* .

\* Dongguk University , \*\* Seoil University

E-mail : kihwanum@dongguk.edu

### 요 약

가변 메카니즘은 키오스크를 이용하는 사용자의 키와 위치를 초음파 센서를 통하여 감지하고, 이를 통하여 적정한 높이와 키오스크의 방향을 조절한다. 본 논문에서는 가변형 키오스크의 높이와 방향 제어를 위하여 ADALINE-퍼지 논리 시스템 제어 방식을 제안한다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 가변형 키오스크 시스템이 사용자의 방향과 높이에 따른 제어 동작을 제대로 수행하는지 대하여 Widrow-Hoff 델타 규칙과 실험을 통하여 성능을 비교 검토 하였다.

### ABSTRACT

Variable mechanism perceives height and location of the person who use Kiosk system then control the machine to proper height and location. In this paper, we propose ADALINE-Fuzzy logic system control method for control height and direction of the variable kiosk. To prove usefulness of proposed system, we performed Widrow-Hoff delta rule experiment and carried out examination and comparison of control performance about height and direction of the person using kiosk system .

### 키워드

키오스크 시스템, 가변 메카니즘, ADALINE-퍼지 논리 시스템, Widrow-Hoff 델타 규칙.

## I. 서 론

일반적인 기존 키오스크 시스템은 위치나 방향이 고정적이어서 신체적인 조건에 따라 유동적으로 적용되기에는 어려움이 있다. 이러한 불합리성을 극복하기 위한 가변형 메카니즘의 필요성에 따라 본 논문에서 제안한 메카니즘은 초음파 센서를 통해 사용자의 키와 위치 감지하고, 기기의 적정 높이와 방향을 조절한다.

신경회로망은 뉴런, 연결강도 및 학습규칙 등으로 구성되며, 뉴런에는 신호를 처리하기 위한 여러 활성화 함수가 있으며, 연결강도를 조절하는 학습규칙으로는 퍼셉트론의 학습규칙, ADALINE의 Widrow-Hoff 델타 규칙 및 다층 신경회로망의 역전파알고리즘이 사용된다.[1,2] ADALINE의 학습알고리즘인 Widrow-Hoff 델타 규칙은 LMS (Least Mean Square)을 이용하여 간단하고 학습

이 비교적 빠르다.[3]

본 논문에서 가변형 키오스크 높이와 방향 제어를 위하여 ADALINE-퍼지 논리 시스템 제어방식을 제안한다. 이 방식은 ADALINE 모델이 입력과 출력층 하나로 구성이 간단하여 연결강도를 직접 퍼지 논리 시스템으로 조절할 수 있다. 퍼지 논리 시스템은 하나로 구성, 여러 연결강도를 스케일링 팩터만 다르게 하여 조절하며 시스템의 입력으로는 오차, 오차의 변화분을 이용, 출력은 연결강도의 변화분을 이용한다.[4] 제안한 방식의 유용성 확인을 위해 Widrow-Hoff 델타 규칙 시뮬레이션 및 실험으로 성능을 비교 검토한다.

## II. 제안한 시스템 설계

### 2-1. 가변형 키오스크 시스템 설계

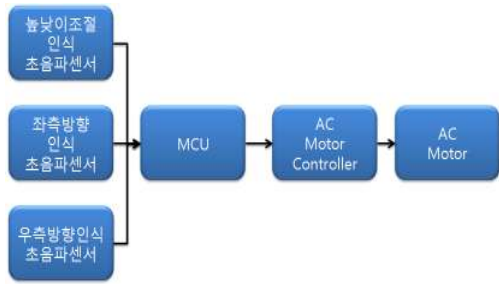


그림 1. 가변형키오스크 동작메커니즘블록도

그림 1은 동작 메커니즘 블록도이다. 사용자 정보 인식을 위해 DAS 초음파센서를 이용하였다. 정보는 MCU로 전달되고, 처리된 출력신호는 모터로 전달되어 동작을 실행한다. MCU로 ATmega 128칩이 이용되었고 높낮이, 방향회전 모터로 AC모터가 이용되었다.

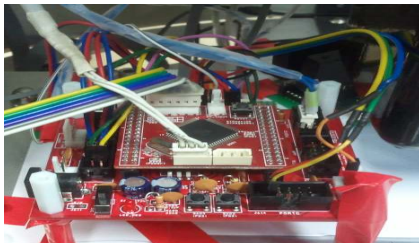


그림 2. 동작 메커니즘 제어 MCU

그림 3은 초음파센서의 센서 위치를 나타낸다.

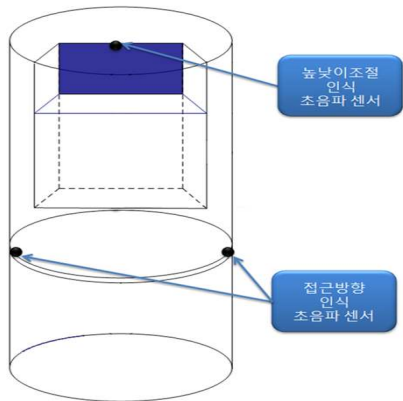


그림 3. 각 초음파센서 위치

높낮이 조절은 그림 3과 같이 키오스크에 초음파 센서 세 개를 장착하여 이용한다. 사용자가 센서에서 1m이내의 값이 2초 이상 감지되면 시스템은 사용자의 접근을 인지한다. 이에 따라 높이 조절을 위한 높낮이조절 인식 초음파 센서를 동작 시켜 사용자의 키를 측정한다. 센서가 초기에 무한대의 값을 감지할 경우 키가 기기보다 낮은

것으로 판단, 센서가 1m이내의 값을 가질 때까지 그 높이를 내린다. 센서가 초기에 1m이내의 값을 가질 경우 사용자의 키가 키오스크 보다 큰 것으로 판단, 센서가 무한대 값을 가질 때까지 높이를 위로 조절한다. 좌우 조절은 하단 좌우에 부착된 접근방향 인식 초음파센서를 통해 이루어지며 최대 회전범위는 각 60°이다. 그림4는 동작 메커니즘을 위한 설계도이다.

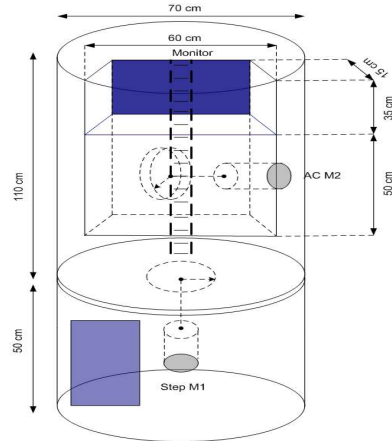


그림 4. 가변형 키오스크 설계도

그림 4를 바탕으로 한 키오스크는 그림5,6과 같다.



그림 5. 키오스크 메커니즘 정면



그림 6. 키오스크 메커니즘 후면

그림 5, 6는 실제 제작한 기기의 사진이다. 상단 선반은 축이 회전함에 따라 상하로 움직이도록 설계했다. 축은 AC 모터와 연결되어 있다. 하부 공간에 키오스크의 내부 정보 처리를 위한 PC와 키오스크 상부 회전을 위한 AC모터가 위치해,

모터로 상부를 지탱하는 원반을 회전함으로 좌우 회전이 가능하다.

2-2. ADALINE

ADALINE은 단층신경 회로망의 간단한 구조로 여러unit들로부터 입력을 받는 단일 뉴런으로 구성된다.[5] 그림1은 일반 ADALINE구조이다.

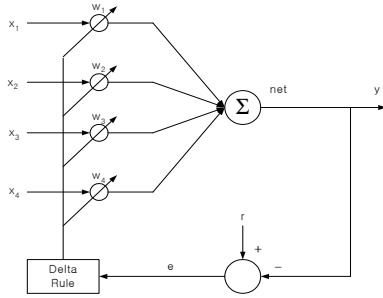


그림 7. ADALINE의 구조

ADALINE의 출력은 식(1)로 나타낼 수 있다.

$$y = \sum_{i=1}^4 x(i)w(i) = x^T W \quad (1)$$

여기서x는  $[x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4]^T$ 인 입력이고, w는  $[w_1 \ w_2 \ w_3 \ w_4]^T$ 인 연결강도이다.

2-3. ADALINE-퍼지 논리 시스템

본 논문에서는 ADALINE의 학습 방식으로 퍼지 논리 시스템으로, 연결강도를 자동 조정한다. 퍼지 논리 시스템 한 개로 스케일링 팩터만 다르게 여러 출력을 얻는다. 입력으로 오차, 오차의 변화분을 사용하고, 출력으로 연결강도의 변화분을 사용하며 식(2)와 같다.

$$w(t+1) = w(t) + Fuzzy(e, de) \quad (2)$$

퍼지 논리 시스템의 퍼지 제어 규칙과 소속함수 구성은, 델타 규칙을 이용한 시뮬레이션 데이터를 기반 했다. 표 1은 구성한 퍼지 제어 규칙이며, N(Negative), Z (Zero), P(Positive)는 퍼지 소속 함수이다. 퍼지 제어 규칙은 출력 경향을 분석하여 결정하였다.

표 1. 퍼지 제어 규칙

$de \backslash e$	N	Z	P
N	P	P	Z
Z	P	Z	N
P	Z	N	N

퍼지 제어 규칙을 이용하여 퍼지 추론은 최소-최대 연산을, 비퍼지화는 무게 중심법을 사용한다. 그림 8은 입출력 관계를 나타낸 것이다.

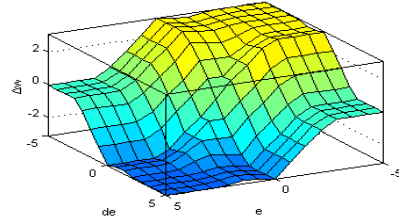


그림 8. 퍼지논리 시스템의 입출력평면

III. 실험 및 결과

ADALINE-퍼지 논리시스템을 이용한 가변형 키오스크 제어 시스템의 블록 선도는 그림 9와 같다. 이는 간접제어 방식으로 제어기와 플랜트를 동정하는 부분으로 구성되었다. Adaline과 퍼지 논리 시스템은 제어기이고, 플랜트 아래 퍼지 논리 시스템은 동정기이다. 제어기의 입력은 기준 신호  $r_i$ 와 출력  $y_t$ 의 오차  $e_t$ 를 입력으로 하여 플랜트의 입력인  $u$ 를 출력한다. 출력  $y_t$ 와  $y_{t-1}$ ,  $y_{t-2}$ ,  $y_{t-3}$ 을 입력으로 동정된 입력 신호  $\hat{u}$ 를 출력한다.  $u$ 와  $\hat{u}$ 의 차이인  $e_u$ 는 퍼지 논리 시스템의 입력으로 들어가 제어기와 동정기의 연결강도를 조정한다.

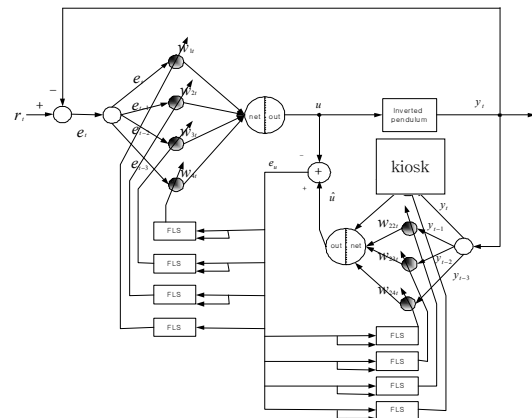


그림 9 제어 시스템의 블록선도

제안한 방식의 유용성 확인을 위하여 키오스크에 대한 실험을 하였다. 델타 규칙에서 두개의 ADALINE 모두 동일하게 4개의 입력을 사용하고, 연결강도의 초기값은  $[-0.01, 0.01]$  사이에서 임의로 설정, 학습율은 0.2로 하였다. 샘플링 시간은 0.01초이고, Runge-Kutta 4<sup>th</sup> order 적분 알고리즘을 사용하였다. 퍼지 논리 시스템 출력 스케일링 팩터는 각 1로 하였다. 실제 제어에 있어 실시간 구현을 위해 PC내부의 timer interrupt를 이용하여 정확한 샘플링 주파수를 구현하였다. 실험 조건은 시뮬레이션과 같이 하여 델타 규칙을 사용한 경우의 실험 결과와 제안한 방식의 실험 결과를 비교한 그래프는 그림 10,11과 같다. 그림 10에서는 60°에서 접근하는 키가 170cm인 사람에 대한 인식을 조건으로 실험하였다. 그래프에서 델타 방식을 사용한 결과는 각도와 높이 각각 D.D.A( direction control by delta algorithm), H.D.A( height control by delta algorithm)으로 표기하였고, 제안한 방식을 통한 결과를 D.P.A( direction control by proposed algorithm)와 H.P.A(height control by proposed algorithm)으로 나타내었다.

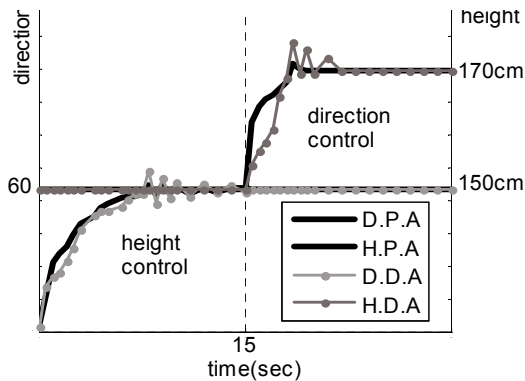


그림10 키 170cm, 방향60° 조건 시 성능 확인

그림 10의 그래프 상의 time 축을 중심으로 약 15초 전후로 각도 조절 과정이 끝난 후 높이 조절 동작을 수행 하는 것을 볼 수 있다.

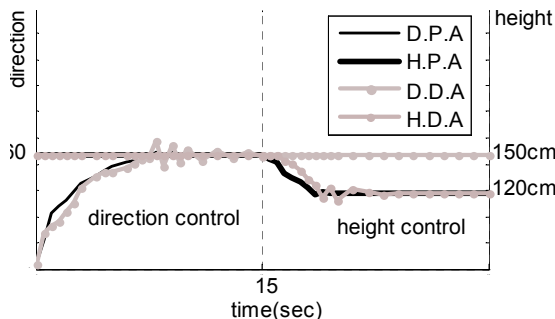


그림 11 키120cm, 방향60° 조건 시 성능 확인

그림 11에서는 60°에서 접근하는 키가 120cm인 사람에 대한 인식을 조건으로 실험하였다. 일반적으로 전동 휠체어 및 수동 휠체어를 이용할 경우 눈의 높이는 120cm 전후가 되게 된다. 따라서 이를 전제로 실험을 진행하여 그림 11의 그래프와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 그림 10, 11에서 보듯 제안한 방식이 델타 방식보다 빠르고 안정적으로 동작 제어를 수행함을 확인했다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 가변형 키오스크의 높이와 방향 제어를 위한 ADALINE-퍼지논리 제어방식을 제안하였다. 이는 ADALINE 모델로, 연결강도를 직접 퍼지 논리 시스템으로 조절할 수 있다. 퍼지 논리 시스템은 하나로 구성하여 여러 개의 연결강도를 스케일링 팩터만 다르게 조절하며, 퍼지 논리 시스템의 입력으로는 오차, 오차의 변화분을 이용, 출력은 연결강도의 변화분을 이용한다. 유용성 확인을 위하여 가변형 키오스크 시스템의 방향과 높이 제어에 대하여 Widrow -Hoff 델타 규칙과 실험을 통하여 성능을 비교 검토한 결과 제어 성능이 우수함을 확인했다.

#### 참고문헌

- [1] Y.Hirose. K. Yamashita .& S.Hyiya . "Back-Propagation Algorithm Which Varies the Number of Hidden Units". Neural Networks. Vol.4.
- [2] Z.Yibas. Simulation of weight pruning process in backpropagation neural network for pattern classification; A self-running threshold approach. Elseviser Science S.A. 1998
- [3] Earl Cox. "The Fuzzy Systems Hand book", A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems, AP PROFESSIONAL
- [4] Hagan, Demuth, Beale, "Neural Network Design", PWS Publishing Company, 1995
- [5] V.B.Rao and H.V.Rao, C++ Neural Networks and Fuzzy Logic, MIS:Press, 1993