

지능적인 홈을 위한 상황인식 미들웨어에 대한 연구

최 종 화* · 최 순 용* · 신 동 규** · 신 동 일**

요 약

무선네트워크와 각종 감지 센서로 통합된 스마트 홈은 우리의 삶의 일부로서 자리 잡을 것이다. 이 논문은 사용자의 선호도에 근거하여 자동적인 홈 서비스를 제공하는 상황인식 미들웨어에 대하여 설명한다. 상황인식 미들웨어는 사용자의 선호도에 대한 학습과 예측 알고리즘을 수행하기 위하여 6가지의 기본 데이터를 이용하고 제시되는 6가지의 기본 데이터는 맥박, 체온, 얼굴표정, 실내온도, 시간, 사용자 위치이다. 6개의 데이터는 컨텍스트 모델을 구성하고 컨텍스트 매니저 모듈에 의해 기본 데이터로 사용된다. 사용자에게 의해서 선택되어진 콘텐츠에 대한 정보를 유지하는 로그매니저가 제시되고 사용자에게 적절한 홈서비스를 제공하기 위해 신경망에 근거한 학습 및 예측 알고리즘을 제시한다. 실험 결과는 개인의 선호도 패턴이 연구된 컨텍스트 모델에 의해서 효과적으로 예측되고 평가되는 것을 보여준다.

A Research on a Context-Awareness Middleware for Intelligent Homes

Jonghwa Choi* · Soonyong Choi* · Dongkyoo Shin** · Dongil Shin**

ABSTRACT

Smart homes integrated with sensors, actuators, wireless networks and context-aware middleware will soon become part of our daily life. This paper describes a context-aware middleware providing an automatic home service based on a user's preference. The context-aware middleware utilizes 6 basic data for learning and predicting the user's preference on the multimedia content : the pulse, the body temperature, the facial expression, the room temperature, the time, and the location. The six data sets construct the context model and are used by the context manager module. The log manager module maintains history information for multimedia content chosen by the user. The user-pattern learning and predicting module based on a neural network predicts the proper home service for the user. The testing results show that the pattern of an individual's preferences can be effectively evaluated and predicted by adopting the proposed context model.

키워드 : 스마트 홈(Smart Home), 상황인식(Context Awareness), 신경망(Neural Network), 상황인식 미들웨어(Context-Awareness Middleware)

1. 서 론

최근 홈 환경에 대한 연구는 홈 환경자체가 서비스 제공의 주체가 될 수 있도록 홈 환경에 지능적인 요소가 가미된 형태로 연구되고 있다. 인간과 상호 의사소통이 가능한 각종 전자제품[1] 및 생체분석에 대한 연구가 진행되면서 인간에게 도움을 줄 수 있는 환경에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 논문에서 제안된 인간의 행동패턴 예측을 위한 상황인식 미들웨어는 실내환경에서 생활하는 인간에게 있어서 그들의 요구를 능동적으로 수용하기 위한 중심적인 역할을 담당하며 또한 지능적인 인간도우미(Human Helper)의 역할을 담당한다. 이런 기능적인 역할을 수행하는 환경은 Intelligent Home[2, 3]이라 정의되고, Intelligent Home의 실현을 위해서는 정보과학과 생명과학에 대한 통합적인 연구가 필수적이라

고 할 수 있다[2]. 이 논문에서 제안된 상황인식 미들웨어는 인간 및 환경으로부터 채집된 각종 데이터 및 인간의 실제 행동을 학습시킨 후 컨텍스트 채집을 통하여 실제 행동에 대한 예측을 수행하는 역할을 한다. 컨텍스트[4]란 개체의 상태를 특성화 시킬수 있는 정보로 정의되며, 여기서 개체란 사람, 장소 또는 물리적인 오브젝트가 될 수 있다. 또한 상황인식(Context-Awareness)[4]이라 함은 컨텍스트를 이용하여 사용자에게 적절한 정보나 서비스를 제공하는 것을 말한다. 이 논문에서 제시된 컨텍스트는 실내온도, 시간, 위치, 맥박, 체온, 얼굴표정의 6가지 데이터에 근거하여 정의되었으며, 또한 상황인식 미들웨어는 정의된 컨텍스트에 근거하여 사용자의 요청 서비스를 예측하여 제공하고 있다. 2장에서는 현재까지 진행된 상황인식 미들웨어에 관한 연구를 살펴보고, 3장에서는 이 논문에서 구현된 상황인식 미들웨어에서 사용된 컨텍스트 구성정보에 대한 설정을 보여준다. 4장에서는 상황인식 미들웨어에 대한 설계를 보여주고 5장에서는 행동패턴 학습 및 예측에 대한 실험 및 평가를 제시한다. 마지막으로 6장에서는

* 준 회원 : 세종대학교 대학원 컴퓨터공학부

** 종신회원 : 세종대학교 컴퓨터공학과 교수
논문접수 : 2004년 7월 20일, 심사완료 : 2004년 11월 9일

결론과 앞으로의 방향에 대하여 기술한다.

2. 관련 연구

현재까지 상황(Context)분석에 대한 연구와 상황인식 미들웨어에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다.

상황인지 미들웨어로는 Microsoft의 Easy Living[5], AHRI(Aware Home Research Initiative)의 Aware Home[6]등이 있다. Easy Living에서는 Person tracking(사용자 인증 및 사용자위치 추적), World model(Agent Lookup), Room Control(Room Control UI, Rules Engine), Authentication(PC Logon, Fingerprint Logon)의 4부분의 시스템 구조로 전체 시스템이 구성되어 있다. 하지만 Easy Living에서는 주로 사용자 위치 감지 및 사용자 인증에 대한 부분에 초점이 맞추어져 있고, 사용자 및 환경컨텍스트 정보 분석에 대한 지능적인 미들웨어로서의 기능은 담고 있지 않다. Aware Home은 연구의 방향이 주로 혼자사는 노인에게 적합한 Intelligent Home 구성에 초점을 맞추고 있고 이에 대한 적절한 서비스들을 제공하고 있다. 한 예로 Aware Home에서는 사용자의 움직임이 일정 시간 없는 경우는 경보를 발생시키는 서비스를 제공하고 있다. The Neural Network House[7]에서는 Neural Network를 통한 전등조절, 공기조절등의 서비스를 제공한다. The MavHome Smart Home Project[8]에서는 Intelligent Home 구현을 위한 전반적인 연구가 진행되었는데 아키텍처 및 행동예측알고리즘에 대한 부분[9]과 사용자 위치인식에 있어서 리소스 최적화 방안[10], 사용자 행동습성에 대한 분석[11]에 대한 연구를 제시하였다. Intelligent Home의 새로운 트렌드로 Health Smart Home[12]에 대한 연구가 제시되고 있고, Future Home Project[13]에서는 미래홈(Future Home)에서의 기술적인 컨셉과 차별화된 건강관리 시나리오 및 미래홈에서의 IPV6(Internet Protocol Version 6)[14]에 대한 중요성을 언급하고 있다.

상황데이터 분석에 관한 연구로는 실내에서 사용자의 행동에 있어서 사용자의 위치 및 사용자 움직임 인식에 관한 연구[15], 사용자의 감정상태파악을 위한 얼굴표정인식 및 사용자 얼굴인증[16]에 대한 연구분야가 활발히 진행되고 있다. 또한 인간 감정에 있어서 얼굴표정에 근거한 감정분석에 대한 연구[17] 및 음성에 기초한 사용자의 감정인식에 대한 부분[18]가 진행되고 있다.

지금까지 진행된 연구에서는 이 논문에서 제시하는 사용자의 생체정보를 활용한 상황 분석을 통한 사용자 행동패턴을 예측하는 미들웨어에 대한 연구는 미비한 실정이다.

3. 컨텍스트 구성정보에 대한 설정

논문에서 제시된 상황인식 미들웨어에서 처리하는 컨텍스트는 실내온도, 시간, 사용자 맥박, 사용자 체온, 실내에서의

사용자 위치, 사용자의 얼굴표정으로 구성된다. 실내온도와 시간정보는 환경센서에서 제공되며 상황인식 미들웨어와의 내부통신으로 데이터를 교환한다. 또한 사용자의 맥박 및 체온은 사용자가 휴대하는 PDA(Personal Digital Assistant)에 연결된 맥박센서 및 체온센서를 통하여 무선랜 통신방식으로 전송된다. 사용자 위치추적을 위하여 실내에 4대의 카메라를 설치되었다.

〈표 1〉 컨텍스트를 구성하는 데이터의 범위

| 분류 | 인간감정 데이터 | | | 실내환경 데이터 | | |
|-----|----------|-----------|----------|----------|-------|------|
| | 맥박 | 체온 | 얼굴표정 | 실내온도 | 시간정보 | 위치정보 |
| 0.1 | 41-60 | 34 | Blank | 0-5 | 00-06 | 1 |
| 0.2 | 61-70 | 35.0~35.5 | Surprise | 6-9 | 07-08 | 2 |
| 0.3 | 71-80 | 35.6~36.0 | Fear | 10-13 | 09-11 | 3 |
| 0.4 | 81-90 | 36.1~36.5 | Sad | 14-18 | 12-13 | 4 |
| 0.5 | 91-100 | 36.6~37 | Angry | 19-22 | 14-16 | 5 |
| 0.6 | 101-110 | 37.1~37.5 | Disgust | 23-26 | 17-18 | 6 |
| 0.7 | 111-120 | 37.6~38.0 | Happy | 27-30 | 19-20 | 7 |
| 0.8 | 121-130 | 38.1~38.5 | - | 31-33 | 21-22 | 8 |
| 0.9 | 131-140 | 39 | - | 34-37 | 23-24 | 9 |

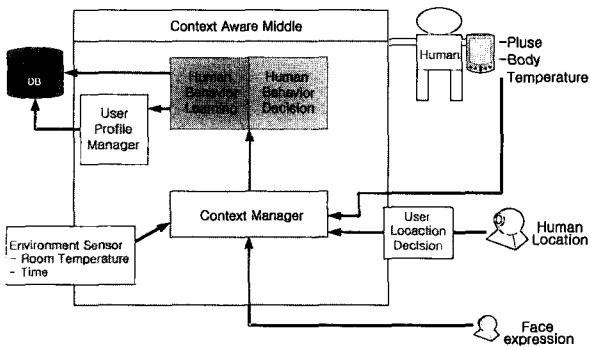
〈표 1〉은 본 논문에서 다루는 컨텍스트를 구성하는 6가지 데이터를 0.1~0.9사이의 정규화된 값으로 보여준다. 위의 〈표 1〉에서는 사용자의 맥박에 관하여 총 9단계의 값으로 정규화 하였는데 이는 휴식기의 성인의 평균맥박이 1분에 약 72회이며 40이하의 맥박과 180이상의 맥박은 실제 사용자의 위급한 상태에 해당하는 것이므로 제외한다. 체온의 경우 사람의 정상 체온은 연령별 및 각 사람의 개인차가 존재하지만 보통 34~39°C이며 이 범위에 대하여 0.1~0.9 사이의 9단계로 정규화 하였다. 얼굴표정의 경우는 Charles Darwin이[19]에서 제시한 6가지 기본적인 얼굴표정(surprise, fear, sad, angry, disgust, happy)과 무표정(blank)을 기준으로 하여 7단계로 정규화 하였다. 실내온도의 경우는 보통사람이 쾌적하게 느끼는 실내온도가 23~24°C인점[20]을 감안하여 그것을 기준으로 9단계로 정규화 하였다. 시간은 보통 사람의 비활동시간이 24시에서 06시인점을 감안하여 그 외의 시간에 대한 9단계 정규화 과정을 거쳤고 사람의 위치정보는 이 논문에서 구현된 상황인식 미들웨어의 경우 실내환경을 9구획으로 나누어 사람의 위치정보에 대한 정규화된 데이터값을 사용하였다.

4. 상황인식 미들웨어의 설계

4.1 상황인식 미들웨어의 구성도

(그림 1)은 본 논문에서 제시하는 상황인식 미들웨어의 전체 구성도이다. 이 논문에서 제시되는 상황인식 미들웨어는 기초자료로서 환경 데이터와 인간 자체에서 취득할 수 있는 생체 정보를 기반으로 인간의 행동패턴을 예측한다. 환경 데

이터로는 환경센서에서 수집되는 실내온도와 현재 시간정보를 사용하고, 생체 데이터는 실내에서의 인간의 위치, 얼굴표정, 맥박 및 체온을 사용한다. 상황인식 미들웨어의 역할은 실내환경 데이터 및 생체정보 분석을 통하여 과거에 사용자가 행하였던 행동패턴을 학습하여 저장한다. 학습이 완료된 이후에는 현재의 환경 및 인간에 대한 데이터를 추출하여 사용자가 원하는 서비스를 분석하고 능동적으로 서비스를 제공하게 된다.



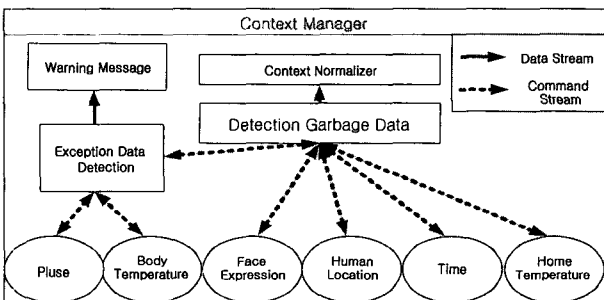
(그림 1) 상황인식 미들웨어 구성도

4.2 상황인식 미들웨어의 구성

상황인식 미들웨어는 컨텍스트 매니저, 행동학습모듈, 행동 예측모듈, 사용자 프로파일 매니저의 4가지 모듈로 구성되어 있다.

4.2.1 컨텍스트 매니저(Context Manager)

컨텍스트 매니저는 3장에서 언급한 6가지의 데이터에 대한 수집을 통하여 컨텍스트에 대한 분석과 사용자의 위급상황에 대한 결정을 하고 다음 단계인 인간행동패턴 학습 및 예측 모듈로 데이터를 전송하는 역할을 담당한다.



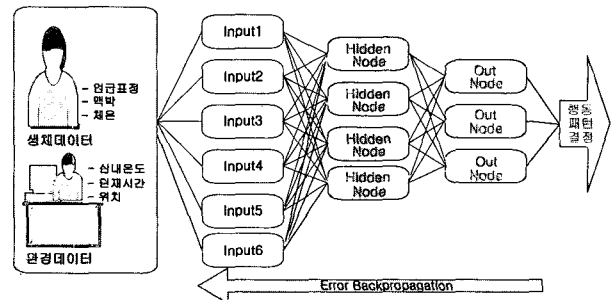
(그림 2) 컨텍스트 매니저의 구성

3장에서 제시한 한계 범위를 벗어난 맥박과 체온 데이터를 감지할 때 컨텍스트 매니저는 인간 행동패턴 예측모듈을 거치지 않고 경고메시지(Warning Message) 나타나어 현재 사용자의 위급 상황을 알린다. 컨텍스트 매니저는 필요없는 값을 추출하는 쓰레기 데이터 감지(Garbage Data Detection)기능을 가지며, <표 1>에서 정의된 범위를 벗어난 데이터가 컨

텍스트 매니저에게 입력되면 해당 데이터에 대하여 재요청을 하게 된다. 컨텍스트 매니저에 의해서 승인되어 6가지의 데이터가 추출되면 컨텍스트 매니저는 추출된 6가지의 데이터에 대한 정규화 과정을 거친뒤 상황인식 미들웨어가 학습중이라면 인간행동 학습모듈로 컨텍스트를 전송하고 학습이 완료된 상태라면 인간행동 예측모듈에게 정규화된 모든 컨텍스트 정보를 전송하게 된다.

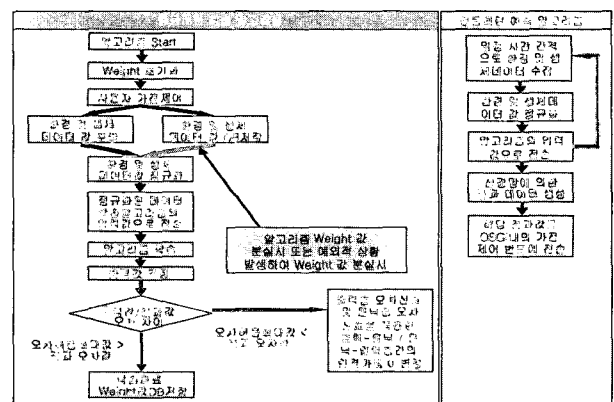
4.2.2 인간행동패턴 학습 및 예측 모듈(Human Behavior Pattern Learning and Prediction Module)

이 논문에서 제시된 상황인식 미들웨어는 인간행동 패턴에 대한 학습 및 예측에 있어서 모멘텀 역전파 알고리즘(Momentum Back Propagation Algorithm)[21]을 사용한다. (그림 3)은 알고리즘의 흐름도를 보여준다. (그림 3)의 입력층은 정규화된 6가지의 데이터를 나타낸다.



(그림 3) 행동패턴 알고리즘 흐름도

학습을 위해 6가지의 컨텍스트 정보외에 같은 조건의 컨텍스트에 대한 사용자의 서비스 선택 명령이 전달된다. 구현된 미들웨어에서는 실제 입력층(Input Layer)만 고정되어 있고, 성능의 실험을 위하여 은닉층(Hidden Layer)과 출력층(Output Layer)은 설정 가능하도록 구현되었다.



(그림 4) 인간행동패턴 학습 및 예측 알고리즘

(그림 4)에서 행동패턴 학습알고리즘은 학습과정 진행에 대한 순차적인 실행순서를 서술한 것이다. 최초의 실행시에 뉴

런간의 연결가중치(weight)값이 초기화 되고 입력데이터와 출력데이터의 쌍으로 된 값을 이용하여 학습이 진행된다. 학습된 결과값과 실제 사용자의 명령결과값의 오차값을 바탕으로 오차신호가 허용오차 신호범위를 넘게 되면 각 층(Layer)에 연결된 연결가중치값을 변경하게 된다. 학습은 출력층의 오차신호가 허용오차 신호를 넘지 않을 때까지 계속 된다. (그림 4)에서 행동패턴 예측 알고리즘은 학습이 완료된 이후에 6가지의 데이터를 바탕으로 사용자의 요청 서비스를 예측하는 과정을 간단히 보여준다. (그림 5)에서는 구현된 알고리즘의 의사코드를 보여준다.

```

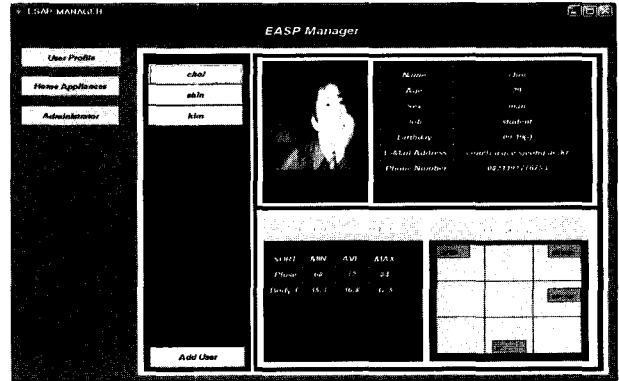
1. member field set
  i_to_h ----- random value initialize (-0.5 < i_to_h < 0.5)
  h_to_o ----- random value initialize (-0.05 < h_to_o < 0.05)
2. Error max value and learning rate initialize
  learning rate = alpha ----- alpha initialize(0.1 > alpha > 0)
3. momentum value initialize
  momentum value = beta ----- beta initialize(0 < beta < 0.8)
4. learn algorithm start
  4.1 compute NET(hidden Layer)
      1 / 1 + exp(-NET(hidden layer))
  4.2 compute NET(output Layer)
      1 / 1 + exp(-NET(ouput layer))
  4.3 compute output error value
      error value <- (target value - output value)2 / 2 + error value
  4.4 compute error output layer error signal / hidden layer error signal
      output layer error signal <- (target value - output value) *
      output value(1 - output value)
      hidden layer error signal <- hidden layer output value(1 -
      hidden layer output vlaue) Σ ouput layer error signal *
      hidden layer weight value
  4.5 update weight
      output layer-hidden layer weights update
      hidden layer-input layer weights update
  4.6 save weight variation
  4.7 test condition
      if error value < Error max
          stop learn algorithm
      else
          goto 4
  
```

(그림 5) 학습 알고리즘 의사코드

인간행동패턴 학습 알고리즘에 있어서 학습된 연결가중치 값은 시스템의 예외적 상황 및 가중치 값의 분실을 대비하여 항상 데이터베이스에 저장하는 방식을 취하였고 또한 이에 대하여 프로세스간의 동기화 방식을 가진다. 또한 정상적인 연결 가중치 값을 데이터베이스에 저장하여 시스템 재 작동 시 연결가중치에 대한 값을 데이터베이스로부터 취득하여 사용자에게 대한 서비스를 제공하도록 하였다. 학습을 완료한 후 6가지 컨텍스트 데이터로부터 제공되는 정보를 일정한 간격으로 입력받아 이전에 취하였던 사용자의 행동을 기반으로 사용자의 요구(need)를 예측하게 된다.

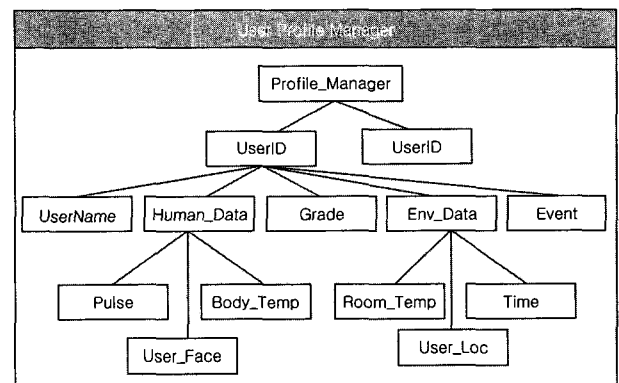
4.2.3 사용자 프로파일 매니저(User Profile Manager) 상황인식 미들웨어가 능동적인 서비스를 제공하기 위해서

는 기본적으로 사용자에게 대한 등록과정을 거쳐야 한다. (그림 6)에서는 사용자 인터페이스에 대한 화면을 보여주는데 AddUser 인터페이스를 통하여 사용자등록이 이루어지고 각 사용자의 세부정보를 확인할 수 있다.



(그림 6) 상황인식 미들웨어 사용자 인터페이스

상황인식 미들웨어는 등록된 각 사용자의 정보를 XML[22] 형식으로 관리하며, (그림 7)은 사용자 프로파일 매니저의 내부구조를 보여준다. 상황인식 미들웨어에 등록된 모든 사용자들은 미들웨어로부터 ID를 발급받게 되며 프로파일 매니저는 각 사용자의 ID를 기반으로 각 사용자를 구별하고 각 사용자에게 대한 세부사항들을 관리한다. 사용자 ID는 해당 사용자의 이름(UserName)과 등급(Grade), 그리고 6가지 컨텍스트 및 사용자의 명령(Event)정보를 담고 있다.



(그림 7) 사용자 프로파일 매니저의 데이터 구조

(그림 8)에서는 사용자 프로파일 매니저에서 관리하는 사용자의 정보를 XML 형식으로 표현된 데이터를 보여주며 이는 como97 사용자가 E001P1의 액션(<표 3>을 참조하면 E001은 TV에 대한 명령이고 P1은 Power를 작동시켰다는 명령)을 취하였을 때 como97사용자의 6가지의 컨텍스트 정보를 표현하고 있다. 위의 프로파일 매니저에 대한 데이터는 상황인식 미들웨어와 연동된 데이터베이스에서 취득되며 <표 2>~<표 4>는 상황인식 미들웨어가 인간 행동패턴 예측을 위하

여 상황인식 미들웨어 학습 시 취득한 6가지의 데이터와 인 간이 행한 행동을 데이터베이스에 테이블로 기록한 것이다.

```

<Profile_Manager>
  <UserID name = "como97">
    <UserName>
      ChoiJongHwa
    </UserName>
    <Human_Data>
      <Pulse> 99 </Pulse>
      <User_Face> 3 </User_Face>
      <Body_Temp> 36.5 </Body_Temp>
    </Human_Data>
    <Env_Data>
      <Room_Temp> 26 </Room_Temp>
      <User_Loc> 5 </User_Loc>
      <Time> 0405220930 </Time>
    </Env_Data>
    <Grade> Master </Grade>
    <Event> E001P1 </Event>
  </UserID>
</Profile_Manager>
    
```

(그림 8) 프로파일 데이터의 XML형식 표현예

<표 2>의 사용자 보안 테이블은 사용자 등록 시에 기록되는 정보로서 사용자의 ID와 비밀번호 및 사용자의 등급인 Grade정보를 담고 있다. Grade는 홈내에서 사용자가 취할 수 있는 명령을 등급으로 관리하기 위한 것이다. 등급에 따른 명령이란 1등급인 사람이 홈내에서 내릴수 있는 명령과 2등급인 사람이 홈내에서 내릴수 있는 명령의 차이를 두기 위한 것이다. 이는 서비스 자동화 전략을 위한 것이다.

<표 2> 사용자 보안테이블

| UserID | Password | Grade |
|--------|----------|-------|
| como97 | ***** | 1 |

<표 3> 사용자 서비스 정의 테이블

| Service ID | Power | Channel | Sound | Grade |
|-----------------------|-------|---------|-------|-------|
| E001(TV) | 1 | 1 | 1 | 2 |
| E002(Audio) | 1 | 1 | 1 | 2 |
| E003(Air Conditioner) | 1 | 1 | 0 | 2 |
| E004(Projector) | 1 | 1 | 0 | 1 |
| E005(Light) | 1 | 1 | 0 | 3 |

<표 4> 사용자 행동에 따른 전체 상태값 저장 테이블

| UserID | Pulse | User Face | BodyTemp | RoomTemp | UserLoc | Time | Event |
|--------|-------|-----------|----------|----------|---------|------------|--------|
| como97 | 89 | 3 | 36.5 | 26 | 2 | 0405220930 | E001P1 |
| Choi | 72 | 6 | 37 | 23 | 5 | 0405221052 | E002C1 |

<표 3>은 가정내에서 사용자의 등급에 따라 사용할 수 있는 서비스의 목록을 나타낸 것이다. 예를 들면 E001(TV)은 2등급 이상의 사용자가 내릴 수 있는 명령이고, Power, Channel, Sound에 대한 세부명령을 내릴 수 있다. E003(Air Conditioner)은 2등

급 이상의 사용자가 내릴 수 있는 명령이고 Power, Channel 에 대한 세부 명령을 내릴 수 있다. 이러한 차별화된 서비스 전략은 개인의 보안에 있어서 중요한 역할을 담당한다.

<표 4>는 사용자 행동에 따른 6개의 컨텍스트 구성데이터에 대한 값을 저장한 테이블이다. como97사용자의 경우는 E001P1의 명령을 실행했을 때의 각 정보를 보여준다. 사용자 프로파일 매니저는 사용자의 모든 로그값을 데이터베이스와 연동해 관리한다. 만약 가중치값(weight value)을 분실하였을 경우 사용자 프로파일 매니저는 저장된 모든 로그값을 기반으로 인간 행동패턴의 재학습을 인간 행동패턴 학습 모듈에게 요청하게 된다.

5. 실험 및 평가

인간행동패턴의 학습 및 결정 알고리즘의 실험 및 평가에 서는 아래 제시된 3가지 방법을 기준으로 알고리즘의 성능을 평가하였다.

- 입력층(Input Layer), 은닉층(Hidden Layer), 출력층(Output Layer)에 대한 토폴로지(Topology) 변경 및 그에 따른 은닉층의 에러 시그널 값(error signal value by hidden layer), 출력층의 에러 시그널 값(error signal value by output layer), 학습성공률(success rate)에 대한 측정
- 학습횟수 변경에 따른 은닉층의 에러 시그널 값(error signal value by hidden layer), 출력층의 에러 시그널 값(error signal value by output layer), 학습성공률(success rate)에 대한 측정
- 은닉층(Hidden Layer)의 뉴런수 변화에 따른 은닉층의 에러 시그널 값(error signal value by hidden layer), 출력층의 에러 시그널 값(error signal value by output layer), 학습성공률(success rate)에 대한 측정

이 논문에서 구현된 학습 알고리즘인 모멘텀 역전파 알고리즘(Momentum Back Propagation Algorithm)은 각 층의 토폴로지와 학습횟수에 따른 많은 성능 변화를 가진다. (그림 5)에서 보이는 바와 같이 학습 알고리즘이 실행되면 출력층에서의 오차신호가 오차허용최대값보다 크면 각 층(Layer)의 연결가중치값을 변경시키면서 출력층의 오차신호가 오차허용 최대값보다 작을때까지 알고리즘이 계속 실행되는데 이때 각 단계의 오차신호를 합산한 값이 에러 시그널 값(error signal value)이다. 모든 실험은 에러 통계치에 대해서 cross validation data set 및 test data set으로 기록되어 있다[23]. 이 논문에서 제시된 알고리즘의 특성상 정규화된 입력값은 변하지 않고 고정되어서 실험되었다.

<표 5>와 같이 토폴로지의 변화에 따라서 학습 알고리즘은 많은 성능의 변화를 보인다. 먼저 6-3-1은 학습성공률(Success Rate)에 있어서 성능상의 문제점을 보이고 또한 학

<표 5> Topology Policy 변경에 따른 에러 시그널 측정

| Topology | Learning Count | Success Rate(%) | Cross Validation error signal value by hidden layer | Cross validation error signal value by output layer | Test error signal value by hidden layer | Test error signal value by output layer |
|----------|----------------|-----------------|---|---|---|---|
| 6-3-1 | 69900 | 75 | 3.672139 | 25.172533 | 3.685719 | 25.205344 |
| 6-3-3 | 10922 | 100 | 2.775632 | 80.879432 | 2.788596 | 81.176821 |
| 6-3-5 | 54406 | 100 | 4.037638 | 160.923144 | 4.038957 | 161.217173 |

<표 6> 학습카운트 변경에 따른 에러 시그널 측정

| Learning Count | Success Rate(%) | Cross Validation error signal value by hidden layer | Cross validation error signal value by output layer | Test error signal value by hidden layer | Test error signal value by output layer |
|----------------|-----------------|---|---|---|---|
| 100 | 20 | 1.129346 | 27.219739 | 1.134501 | 27.621995 |
| 1000 | 80 | 2.862910 | 76.749343 | 2.891127 | 76.806039 |
| 10000 | 100 | 2.863195 | 80.906453 | 2.864167 | 81.185020 |
| 20000 | 100 | 2.850291 | 75.866532 | 2.852869 | 76.109002 |
| 30000 | 100 | 2.877210 | 73.649298 | 2.881734 | 73.979502 |
| 40000 | 100 | 2.796571 | 78.721034 | 2.815170 | 78.957699 |
| 50000 | 100 | 2.790073 | 75.499323 | 2.817900 | 75.668125 |
| 60000 | 100 | 2.871029 | 76.502143 | 2.884093 | 76.601838 |

<표 7> 은닉층 변경에 따른 에러 시그널 측정

| Hidden Layer | Success Rate(%) | Cross Validation error signal value by hidden layer | Cross validation error signal value by output layer | Test error signal value by hidden layer | Test error signal value by output layer |
|--------------|-----------------|---|---|---|---|
| 1 | 50 | 10.683244 | 1072.347645 | 10.718343 | 1079.285681 |
| 3 | 100 | 2.9223943 | 78.923310 | 2.9423948 | 79.311530 |
| 5 | 100 | 3.1829323 | 128.920125 | 3.2075636 | 130.068426 |

습시간도 많이 걸리고 있다. 다만 출력층(Output Layer)에서의 에러 시그널 값(error signal value)이 나머지 두개의 정책보다 작은 값이라는 점이 있으나 이는 학습이 제대로 이루어지지 않은 점을 미루어 보면 토폴로지 구성이 적절치 않다는 것을 보여준다. 6-3-3은 학습시간과 학습성공률에 있어서 좋은 결과를 나타내며 은닉층의 에러 시그널 값(error signal value by hidden layer) 및 출력층의 에러 시그널 값(error signal value by output layer) 또한 가장 좋은 결과를 보여주고 있다.

<표 6>은 학습횟수(learning Count)를 강제적으로 설정하여 알고리즘에 대한 정확도와 에러시그널 값(error signal value)을 추출한 것이다. 이 실험에서 알 수 있듯이 1000회의 학습은 에러 시그널 값(error signal value)이 작은 값을 나타내지만 학습자체가 잘 이루어지지 않아서 전체적인 성능이 떨어지는 것으로 나타난다. 이 실험에서 보여지듯이 학습이 30000번 정도 이루어진 상태에서 학습성공률과 각 층(Layer)에서의 에러시그널 값(error signal value)이 가장 작은 값을 나타냄을 알 수 있다.

은닉층(Hidden Layer)의 구성에 대한 결정은 전체 알고리즘의 성능결정에 있어서 중요한 요소로 작용한다. <표 7>은 학습알고리즘에 대한 은닉층(Hidden Layer)에 대한 변화를 주어 전체 학습알고리즘의 작동상태를 알아본 것이다. 이 논문에서 제시된 학습 알고리즘은 입력층(Input Layer)의 입력

값으로 6개의 고정된 컨텍스트 데이터의 정규화된 값들이 사용되었고 이러한 조건에서의 은닉층(Hidden Layer)의 개수는 3개가 가장 적당한 것으로 나타나고 있다. 이는 학습알고리즘 성공률과 최소화된 에러 시그널 값(error signal value)이 <표 7>에서 보여지고 있기 때문이다. <표 8>은 출력층(Output Layer)의 뉴런 개수의 변화에 따른 출력값을 나타낸것이다. 출력 뉴런이 하나일 경우는 하나의 출력값이 0.0~1.0사의 범위를 가지며 5등분한 값으로 분리된다. 출력뉴런이 세개일 경우와 다섯개일 경우는 각 뉴런은 0 또는 1의 값을 가지게 된다.

지금까지의 실험에서 나타난바와 같이 인간행동패턴 결정을 위한 상황인지 미들웨어에서의 행동패턴 결정 알고리즘의 구성은 토폴로지측면에서는 6-3-3의 형태가 <표 6>을 통하여 가장 좋은 실험결과를 나타내주고 있으며, Hidden Layer의 개수는 <표 7>을 통하여 3일때 가장 좋은 실험결과값을 보여주었다. 또한 전체 학습횟수는 30000정도일때 가장 적은 error signal value를 보여주었다.

<표 8> 출력층 뉴런 갯수의 변화에 따른 출력값 정의

| Output Value Output Layer | TV | Audio | Air Conditioner | Projector | Light |
|------------------------------|-------|-------|--------------------|-----------|-------|
| 1 | 0.0 | 0.25 | 0.5 | 0.75 | 1.0 |
| 3 | 100 | 110 | 111 | 010 | 001 |
| 5 | 10000 | 01000 | 00100 | 00010 | 00001 |

6. 결론 및 향후 과제

이 논문에서 제시된 상황인식 미들웨어는 환경 및 생체 데이터를 기반으로 6가지 정보에 근거하여 컨텍스트를 설정하였으며 설정된 컨텍스트를 수집하고 검증된 컨텍스트에 한하여 9단계의 데이터 정규화를 취하는 컨텍스트 매니저를 제시하였다. 또한 컨텍스트의 관리 및 표현을 위하여 XML 기반의 사용자 프로파일을 사용하였고 컨텍스트 정보를 이용한 인간 행동패턴 학습 및 예측 알고리즘을 실험하였다. 제안된 전체 아키텍처는 미래의 보편화될 Intelligent Home에서의 핵심 역할을 담당할 미들웨어의 구체적인 적용방안으로써 활용될 수 있을 것이다.

현재 우리는 상황인식 미들웨어에 적용된 모든 모듈들에 대한 자동화 작업을 하고 있다. 상황인식 미들웨어의 모든 모듈들에 대한 자동제어 기능이 적용된다면 사용자의 취향에 따라 필요한 기능을 자유롭게 추가 및 제거 할 수 있다. 전체 모듈의 자동화작업과 더불어 우리는 패턴인식에 있어서 성능부분의 향상을 꾀하고 있으며 그 적용으로 SVM(Support Vector Machine)[24]을 이용하여 인간행동패턴을 예측하는 추가적인 알고리즘을 개발하고 있다. 차후의 논문에서 우리는 상황인식 미들웨어에서 컴포넌트화된 각 프로세서의 구조 및 선택적인 패턴인식 알고리즘형태의 인간행동패턴 결정을 위한 상황인식 미들웨어를 제안할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Rasheed, J. Edwards, C. Tai, "Home Interoperability Frameworks for the Digital Home," Intel Technology Journal, 2002.
- [2] M. H. Sherif, "Intelligent homes, A new Challenge in telecommunications standardization," Communications Magazine, IEEE, Vol.40, Issue.1, 2002.
- [3] Intelligent Home, http://www.ad.siemens.de/intelligent-home/html_76/home/home.htm.
- [4] G. D. Abowd, A. K. Dey, P. J. Brown, et al., "Towards a better understanding of context and context-awareness," Proceedings of the First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing HUC'99, Lecture Notes in Computer Science, Vol.1707, 1999.
- [5] B. Brumitt, J. Krumm and S. Shafer, "Ubiquitous computing & the role of geometry," IEEE Personal Communications, pp.41-43, 2000.
- [6] I. A. Essa, "Ubiquitous sensing for smart and aware environments : technologies towards the building of an aware home," In Position Paper for the DARPA/NSF/NIST workshop on Smart Environment, 1999.
- [7] M. C. Mozer, "The neural network house : An environment that adapts to its inhabitants," In Proceedings of International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, 2000.
- [8] The MavHome Smart Home Project, <http://mavhome.ut-a.edu/information.html>.
- [9] D. J. Cook, M. Youngblood, E. Heierman, K. Gopalratnam, S. Rao, A. Litvin, and F. Khawaja, "MavHome : An Agent Based Smart Home," Proceedings of the IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, pp.521-524, 2003.
- [10] A. Roy, S. K. Das Bhaumik, A. Bhattacharya, K. Basu, D. J. Cook, S. K. Das, "Location aware resource management in smart homes," Proceedings of the IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, pp.481-488, 2003.
- [11] D. J. Cook, M. Youngblood, E. O. III Heierman, K. Gopalratnam, S. Rao, A. Litvin, F. Khawaja, "MavHome : an agent based smart home," Proceedings of the IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, pp.521-524, 2003.
- [12] N. Noury, G. Virone, P. Barralon, J. Ye, V. Rialle, J. Demongeot, "New trends in health smart homes," Proceedings of the Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry, pp.118-227, 2003.
- [13] Future Home Project, <http://www.cordis.lu/ist>.
- [14] Internet Protocol Version 6, <http://www.ipv6.org>.
- [15] P. Peursum, S. Venkatesh, G. A. W. West, H. H. Bui, "Object labeling from human action recognition," Proceedings of the IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, pp.399-406, 2003.
- [16] C. Nebauer, "Evaluation of convolutional neural networks for visual recognition," Neural Networks, IEEE Transactions on, Vol.9, Issue.4, pp.685-696, 1998.
- [17] S. Morishima, H. Harashima, "Emotion space for analysis and synthesis of facial expression," Robot and Human Communication, pp.188-193, 1993.
- [18] J. Nicholson, K. Takahashi, R. Nakatsu, "Emotion recognition in speech using neural networks," Neural Information Processing, Vol.2, pp.495-501, 1999.
- [19] Darwin. Charles, "The expression of the emotions in man and animals," Electronic Text Center, University of Virginia Library.
- [20] C. S. Yoon, "Establishing the Comfort Zone of Thermal Environment in Winter," 대한가정학회지, Vol.30, No.2, 1992.
- [21] Z. Chen, Y. An, K. Jia, C. Sun, "Intelligent control of alternative current permanent manage servomotor using neural network," Electrical Machines and Systems, Vol.2, 2001.
- [22] T. Bray, J. Paoli and C. M. Sperberg-McQueen, Extensible Markup Language. Recommendation, <http://www.w3c.org/TR/1998/REC-xml-19980210>, World Wide Web Consortium, 1998.
- [23] S. M. Weiss, C. A. Kulikowski, Computer Systems that Learn, Morgan Kaufmann Publishers, 1991.
- [24] K. M. Lin, C. J. Lin, "A study on reduced support vector machines," Neural Networks, IEEE Transaction on, Vol.14, Issue 6, pp.1449-1459, 2003.



최종화

e-mail : com97@gce.sejong.ac.kr
2001년 세종대학교 컴퓨터공학부(공학사)
2003년~현재 세종대학교 컴퓨터공학부
(석사과정)
관심분야 : 상황인식 미들웨어, 게임물리
엔진, 신경망, HCI



최순용

e-mail : artjian@gce.sejong.ac.kr
2004년 세종대학교 컴퓨터공학부(공학사)
2004년~현재 세종대학교 컴퓨터공학부
(석사과정)
관심분야 : 신경망, HCI



신동규

e-mail : shindk@sejong.ac.kr
1986년 서울대학교 계산통계학과(학사)
1992년 M.S. in Computer Science,
Illinois Institute of Technology
1997년 Ph.D in Computer Science,
Texas A&M University

1986년 한국국방연구원, 연구원
1997년 현대전자 멀티미디어연구소 차장(책임연구원)
1998년~현재 세종대학교 컴퓨터공학과 부교수
관심분야 : XML보안, 전자상거래, MPEG



신동일

e-mail : dshin@sejong.ac.kr
1988년 연세대학교 전산학과(이학사)
1993년 M.S. in Computer Science,
Washington State University
1997년 Ph.D in Computer Science,
University of North Texas

1997년 시스템공학연구소 선임연구원
1998년~현재 세종대학교 컴퓨터공학과 조교수
관심분야 : 무선인터넷, HCI, 게임엔진, CSCW