

능동적 행동 패턴 분석 알고리즘을 이용한 홈 네트워크 제어 시스템 구축에 관한 연구

성경상*, 오해석*

A Study on the Design of Home Network Controlling System using Active Action Pattern Analysis Algorithm

Sung, Kyung Sang*, Oh, Hae-Seok*

요 약

지능형 홈 네트워크 서비스의 일반적 보급화로 사용자의 필요와 욕구에 밀착한 개인화 서비스를 위한 사용자의 프로파일 및 다양한 상태 정보, 센서 및 기타 환경정보를 통한 동적 상황 인지가 가능토록 하는 상황인지(context-aware) 서비스에 대한 필요성이 증대되고 있다. 사용자 행위 학습에 따른 지능적 자동 제어 시스템 구축에서 먼저 고려해야 할 사항은 사용자 행위 학습에 따른 지능적 자동 제어에 대한 기준을 마련하는 것이다. 홈 네트워크 내의 정보가전기기들 환경에 대한 정보를 지속적으로 수집하고 학습 알고리즘을 통하여 분석하며, 분석되어진 정보를 바탕으로 사용자의 성향을 파악하는 것을 주요인으로 간주해야 할 것이다. 이에 따라 본 논문에서는 사용자 능동적 행위에 따른 지능형 홈 제어 시스템을 제안하였다. 또한 지속적인 모니터링을 통하여 사용자의 성향이 파악되면 상황에 따른 최적의 환경을 제공할 수 있도록 홈 네트워크 제어 시스템을 구축하는 것으로 목적으로 하였다. 사용자의 행동 패턴을 분석하고 이를 기반으로 지능적인 서비스를 제공함으로써 사용자 중심의 능동적 서비스 효과들을 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

▶ Keyword : 상황인지, 사용자 능동적 행위, 지능형 홈 네트워크, 학습 알고리즘

1. 서 론

차세대 통신시장과 사회문화를 주도하게 될 것으로 예상되는 홈 네트워크 서비스는 단순하게는 대내의 네트워크 구축을 통해 PC 및 정보가전 기기간의 정보 전송 및 공유하는 단계를 거쳐 궁극적으로는 다양한 기술을 바탕으로 사람에게 거부감 없이 편리함과 친근

감을 주는 것을 목표로 한다. 또한, 네트워크 접속 기능을 가진 정보가전 기기가 등장함에 따라 지능형 홈 서비스에 대한 요구가 증대하고 있다. 이와 관련하여 지능형 홈 네트워크라는 새로운 테마가 대두되고 있다.

홈 네트워크 서비스의 보급이 활성화되기 시작하면서 사용자들의 프로파일과 유사 정보를 이용하여 사용자의 필요와 욕구에 밀착한 개인화 서비스와 사용자의

프로파일 및 다양한 상태 정보, 센서 및 기타 환경정보를 통한 동적 상황 인지가 가능도록 하는 상황인지(context-aware) 서비스에 대한 필요성이 지능형 홈 네트워크 시장에서 증대되고 있다. 이러한 필요성과 더불어 상황인지(context-aware) 서비스의 제공을 위해서는 사용자의 프로파일과 관련된 다양한 상태 정보, 센서 및 기타 환경정보를 통한 동적 상황 인지가 가능해야 하며, 다이나믹하게 변화하는 상황에 적응하는 서비스의 제공을 위해서는 다양한 정보에 대한 저장, 관리, 폐기가 가능한 지식 데이터 베이스와 상황에 따른 지능적, 상황인지 기반의 추론을 할 수 있는 리즈너(Reasoner) 기술이 요구된다. 또한 사용자의 행동패턴 및 반복적 센서나 환경정보에 대한 자가학습(Self-learning)이 가능한 마이너(Miner) 기술이 제공되어야 한다. 센서 네트워크(Sensor Network) 기술은 필요한 모든 사물이나 장소에 센서나 전자태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정보, 주변의 환경정보(온도, 습도, 조도 등) 및 위치정보를 탐지한 후 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 기술이다. 그러나 현 실정에 있어 홈 네트워크 서비스는 단순한 가전기기 제어 관련 서비스만을 제공하고 있다. 따라서 본 논문에서는 사용자 친화적 지능형 공간 제어 시스템을 제안하였으며, 사용자의 행동양식과 선호정보를 지속적인 모니터링을 통해 사용자의 성향에 따라 항상 최적의 환경을 제공할 수 있도록 홈 네트워크 제어 시스템을 구축하였다.

2. 관련 연구

현재 홈 네트워크 서비스를 위한 유선 홈네트워킹 기술은 사용하는 매체를 중심으로 전화선, 전력선, 이더넷, IEEE1394, USB 기술을 대표적으로 들 수 있고, 특히 전화선이나 전력선을 이용하는 기술은 'No New Wire'의 개념으로 기존 가정에서 홈네트워크 구축을 위해 신규배선을 필요로 하지 않기 때문에 최근 대내 백본 네트워크로 많은 관심을 받고 있다.

2.1 지능형 에이전트 시스템

지능형 에이전트 시스템은 '학습 능력이나 추론 능력 등의 지능적인 특성을 갖는 에이전트'를 말한다. 이와 같은 능력을 가지고 사용자가 직접 수행하여야 하는 각종 작업을 대신 수행해야 하는데 이를 위해서는 에이전트를 사용하는 사용자에게 적용할 수 있는 적응성이 필요하다. 예를 들면,

전자상거래에 이용되는 에이전트는 구매자의 취향에 가장 적절한 상품을 탐색하여 사용자의 만족도를 극대화할 수 있어야 한다. 따라서, 지능형 에이전트는 현재 시스템을 이용하는 사용자의 행동 방식을 파악하여 사용자의 취향을 알아내고 이를 작업 수행에 적용할 수 있는 기능을 필요로 한다. 지능형 에이전트의 핵심은 사용자의 행위를 정확하게 모니터링하고, 사용자의 의도를 파악하여, 사용자가 관심을 가지는 정보를 추출하여 생성하는 사용자 프로파일의 정확도에 있다.

2.2 RFID 기반의 홈 네트워크 시스템

RFID를 기반으로 하는 홈 네트워크를 구축하기 위해서는 센싱 기능이 부가된 RFID Tag를 장착한 가전기기 그리고 RFID Tag로부터 데이터를 읽어오는 RFID Reader, 홈 네트워크를 제어하기 위한 홈 서버가 필요하다. RFID 기반의 홈 네트워크 내에서는 가전 기기들의 상태를 감지하기 위하여 모든 가전기기들이 RFID 센서를 장착하여야 한다.

RFID 센서는 주기적으로 각 가전기기의 상태를 감지하여 RFID Tag에 기록하고, RFID Reader는 Tag로부터 가전기기에 대한 정보를 읽어온다. 홈 서버에서는 지능형 에이전트가 RFID Reader로부터 읽어온 데이터를 수집 및 분석하여 홈 네트워크 내의 사용자에게 최적의 환경을 제공할 수 있도록 가전기기들을 제어한다. 또한 사용자가 유무선 네트워크를 통하여 홈 서버나 모바일 기기에서 직접 홈 네트워크의 상황을 모니터링하거나 제어할 수 있는 서비스를 제공한다.

2.3 EPC(Electronic Product Code)

EPC는 RFID Tag 내에 저장되어 있는 각각의 사물을 구별할 수 있는 일련의 코드정보이다. 현재 존재하는 모든 사물이나 그 외의 다른 여러 가지에 각각의 고유한 일련번호를 부여할 수 있을 만큼 데이터 용량의 범위가 크다. 현존하는 인터넷상의 IP와 유사하고 UPC/EAN과도 비슷하다. EPC의 분류는 Class 0에서 5까지이며 현재 Class 1까지 지원되고 있다. Class 0은 64비트로 읽기 전용의 기능을 지원하며, Class 1에서 96비트로 읽기 전용 및 읽기/쓰기 전용을 지원한다. Class 2에서는 읽기/쓰기 전용으로 128비트와 256비트를 지원할 예정이며, Class 3에서는 센서 기능이 추가되며, Class 4에서는 Tag-To-Tag 통신을 지원한다. 마지막으로 Class 5에서는 Reader 기능을 포함하는 태그 사용을 지원한다.

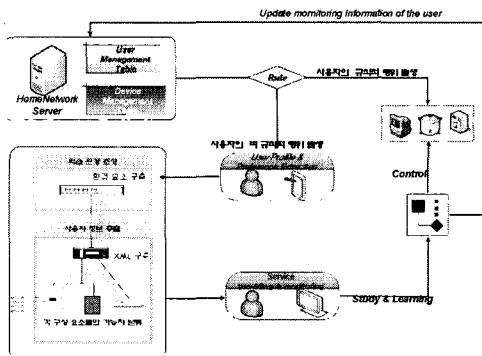
2.4 컨텍스트(Context) 개념화

컨텍스트 개념화란 각종 센서 및 정보 저장소에서 수집된 주변 상황을 단순하게 묘사하거나 지시하는 데이터를 서비스 수행을 위한 의사결정시에 필요한 상황정보로 변환하는 과정을 말한다. 유비쿼터스 환경에서 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 현실 세계를 직접적이며 구체적으로 묘사하는 상황정보가 필요하다. 그러나, 수집된 수치로 나타나는 온도·습도 등의 컨텍스트 데이터는 상황을 단편적으로 나타낼 뿐 서비스 수행에 필요한 의사결정에 사용하기에는 데이터가 내포하고 있는 정보량의 수준이 낮다. 따라서, 로봇서비스 수행을 극대화하기 위해서는 수집된 컨텍스트 데이터에 대한 적절한 가공이 선행되어야 한다. 이러한 과정을 컨텍스트 개념화라고 정의한다.

컨텍스트 개념화의 처리과정 목표는 수집된 컨텍스트 정보를 서비스 수행을 위한 의사결정의 참조자료로 사용할 수 있도록 가공하는 것이다. 개념화 처리과정을 통해 센서로부터 전송된 물리환경 데이터는 의사결정의 중요한 참조자료로 가공된다.

3. 제안하는 시스템

3.1 사용자 선호정보를 활용한 자동 제어 시스템



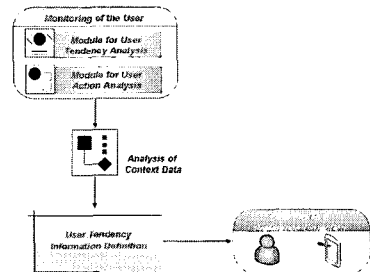
(그림 1) 사용자 선호정보를 활용한 제안 시스템

사용자가 지닌 RDID Tag의 고유 코드정보는 사용자의 정보와 매칭된다. Reader로부터 읽혀진 일련의 코드정보는 HomeNetwork Server로부터 사용자 정보와 디바이스

정보를 호출한다. 사용자의 행위 방식에는 2가지의 형태가 나타나게 되는데, 첫 번째는 사용자의 행동패턴이 규칙적인 경우이며, 두 번째는 돌발적 행동패턴이 발생되어진 경우다. 전자인 경우에는 일반적으로 정보가전기기가 사용자의 행동 패턴에 따라 운용되어질 것이지만, 후자인 경우에는 새로운 행동 패턴이 학습되어야 한다. 따라서, 사용자에게 질의를 던진 후 이벤트를 발생시키는데, 이러한 것에는 환경적 요인(새로운 디바이스의 장착, 내·외부 날씨 및 온도 변화, 사용자의 상태 및 심적 변화 등)과 위치적 요인(홈 내부의 가전기기 및 가구들의 위치 변화 등)이 크게 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있었다.

3.2 사용자 행동 패턴 분석 에이전트

그림 2는 제안하는 시스템의 전 과정에 따른 프로세싱 절차를 위한 모니터링 모듈이다.



(그림 2) 모니터링을 통한 선호 정보 검출 과정

사용자의 행동을 분석하기 위해서 가장 먼저 수행되어야 하는 것은 사용자가 취하는 행동들을 포괄적으로 탐지하는 것이다. 이를 위해 컨텍스트 수집기를 통해 사용자의 선호 정보와 사용자가 수행했던 행위들을 분석하고 사용자 행위에 대한 정보를 정의하게 된다. 이렇게 정의되어진 정보는 사용자가 선호하는 정보를 검출하고 서비스하기 위한 데이터로 재사용되어진다.

3.3 컨텍스트 모델링 에이전트

시멘틱 웹 언어를 사용하여 컨텍스트 모델을 구성할 수 있는 OWL은 개체의 특징을 나타내는 프로퍼티를 정의할 수 있으며, 개체와 개체간의 관계를 표현 할 수 있다. 또한 데이터들의 복잡한 특징과 관계를 계층구조로 명확하게 표현 할 수 있으며, 계층에 의해 추론이 가능해지므로 정의하지 않은 데이터마저 추출해 낼 수 있다는 특징을 가지고 있다.

```

<Device rdf:ID="Unique_ID">
  <User>
    <Name rdf:ID="User_ID">
      \Temp_prof rdf:datatype="int"/Temp/Temp_prof/
      \Hum_prof rdf:datatype="int"/Hum /Hum_prof/
      \Chan_prof rdf:datatype="int"/chan /Chan_prof/
      \Ho_dev rdf:datatype="string"/ day memo/ Ho_day/
      \Aut_De rdf:datatype="string"/Auto_Deiv/ Au_De/
      \Ma_De rdf:datatype="string"/Man_Deiv/ Ma_De/
    </Name>
    \Event rdf:ID="Service_ID">
      \Env_Prof rdf:datatype="int"/Env_Val/Env_Prof/
      \Loc_Prof rdf:datatype="int"/Loc_ID/Loc_prof/
    </Event>
  </User>
</Device>
    
```

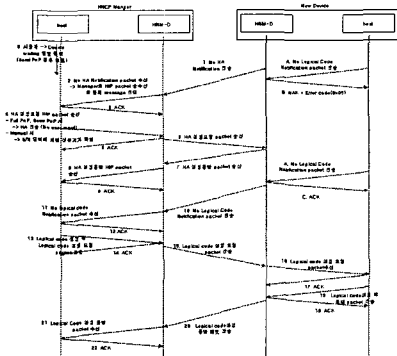
<그림 3> OWL로 표현된 컨텍스트 모델

홈 네트워크 서버에서 지능적인 서비스를 제공하기 위해서는 RFID Tag를 이용해 얻은 ID 정보를 읽어서 적절한 상황 판단과 제어 명령을 내릴 수 있어야 한다. 그림 3은 Reader로부터 전송 받은 Device ID를 통하여 OWL 형태로 표현한 예를 보이고 있다. Device ID를 통해 사용자에 대한 프로필 정보와 선호 정보들 그리고 발생하는 이벤트 정보들에 대한 연관성이 적용되어지는 과정을 클래스와 프로퍼티의 구조로 표현하고 있다.

4. 네트워크 Flow와 알고리즘

4.1 자동제어 시스템의 네트워크 Flow

에이전트가 RFID 리더로부터 받는 태크내 사용자 데이터와 관련 정보를 전송받아서 유효성 여부에 대한 처리 프로세스에서 발생되고 전송되는 메시지 프로토콜과 관련된 Network Flow는 그림 3과 같다.



<그림 4> 제안하는 시스템의 네트워크 Flow

각 메시지들은 HNCP(Home Network Control Protocol) Manager, New Device의 일련의 규칙을 기반으로 전송된다. 사용자가 지닌 Device로부터 지정된 정보를 받아들이면 신호 여부를 확인하게 되며, 이를 Manager로부터 message를 전달받게 된다. 신호의 적정성을 확인하면 그에 따른 packet을 송신하게 되며, 그에 따른 정당한 메시지를 전송하게 된다. 만약 신호에 대한 반응이 없는 경우에는 에러 메시지(Err Code)를 보내게 된다. 사용자가 태크내 어느 특정한 위치에서 사용자의 행위가 검출된 경우에는 해당 위치적 정보를 HNCP Manager에게 전송하게 되며, 위치 정보에 대한 응답이 없는 경우에는 해당 정보에 대한 정보와 함께 새로운 위치와 학습 행위에 대한 모니터링과 학습 알고리즘이 함께 작동되어지도록 구성되어지며, 기본 규칙을 통해 사용자 행위 예측에 따른 서비스를 제공할 수 있다.

4.2 사용자 행위 예측을 위한 능동적 서비스 알고리즘

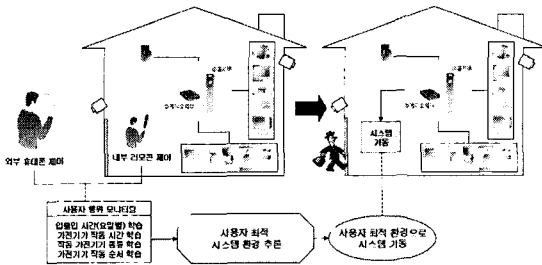
개인화된 상황적응적 서비스를 제공하기 위해 사용자들의 프로필과 여러 유사정보 그리고 다양한 상태 정보, 센서 및 기타 환경 정보를 통한 동적 상황 인지 정보를 이용한다. 이러한 만족을 위해서는 사용자의 각 디바이스에 따른 행동 패턴을 파악하는 것이 우선적으로 이루어져야 할 것이다. 그러기 위해서는 다음과 같은 알고리즘을 기반으로 상황적응적 홈 네트워크 시스템이 형성되어야 할 것이다. 식 1은 사용자가 취하는 행동에 따라 서비스를 제공받는데 디바이스와의 연관성을 고려하였다.

$$P_{u,s} = Device_A(UserID, Device_{U,T}) + weight_{(U,action,D_type)} \dots\dots\dots (1)$$

개인화된 상황적응적 서비스를 제공하기 위해서는 디바이스에 따른 서비스가 각 사용자들의 행동패턴에 따라 영향을 받을 수 있어야 한다. 먼저 사용자가 접근하고 있는 디바이스 종류가 파악되어야 하며, 선택되어진 디바이스에 취해진 행동 패턴에 대한 파악이 이루어져야한다. 즉, 사용자에게 제공되어지는 서비스는 디바이스의 종류와 행동 패턴에 영향을 받게 된다.

5. 시스템 구축에 따른 테스트와 평가

태크내 안에서 사용자의 홈 네트워크 시스템 작동 행위를 모니터링 및 학습하고 분석하여, 사용자의 시스템 동작 시점을 추론(예측)하여 유/무선단말기를 통해 적시에 사용자 선호 동작 여부 및 동작 인터페이스를 제공하도록 구축하였다.



〈그림 5〉 제안하는 시스템 구축에 따른 테스트

그림 4에서 보이듯이 사용자의 집 내부와 외부에서 시스템 작동시 작동된 시스템 구성품 종류와 시간 및 순서를 학습하고 사용자의 관련 정보를 학습하여 사용자가 별도의 단말기나 리모콘으로 작동을 하지 않더라도 자동으로 시스템이 학습자의 선호 시스템 작동을 추론하여 자동적으로 최적 시간에 동작할 수 있도록 서비스하게 된다. 홈 네트워크 환경에 대한 주기적인 모니터링을 통하여 사용자는 자신의 성향에 따른 최적의 환경을 유지 및 관리되어야 한다. 따라서 최적의 홈 네트워크 환경에 대한 정보를 기반으로 사용자 성향을 지속적으로 파악함으로써 홈 네트워크를 제어할 수 있다.

6. 결론과 향후 과제

본 연구를 수행함에 있어 사용자의 선호정보를 인공지능적으로 기계학습하여 자동으로 선호 정보를 추론(예측)한 후, 직접 제어함 없이 최적 환경으로 동작 하도록 하였다. 또한, 사용자들은 홈내 각종 가전제품의 원격제어에 활용되어짐으로써 생산성을 향상 시키는 직접적인 효과와 국내 지능형 홈네트워킹 산업의 기술과 해외 기술적 방향에 대해 많은 연관성을 파악할 수 있었다. 지능형 홈네트워킹의 기술발전 활성화로 무선 등 다른 방식의 기술발전 유도과 기술경쟁의 촉진으로 시장 활성화에 기여하는 효과도 크게 할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 사용자 친화적 지능형 공간 제어 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 인간 중심적인 인터페이스를 제공하며, 또한 사용자의 행동 패턴을 분석하고 이를 기반으로 지능적인 서비스를 제공한다. 홈 네트워크의 지능화를 위해서 관련 홈 네트워크 서버와 미들웨어의 개발 그리고 가전기기의 통신 규격에 대한 연구가 필요하며 보안적인 측면에 보다 많은 관심을 가져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Kyung-sang sung, Jun-Ho Lee, Hae-Seok Oh, "The customized personal services for providing active action the variable Circumstance and Location on Homenetwork system," In Proc. of Applications and Principles of Information Science (APIS2007), pp.374-377, Kuala Lumpur, Malaysia, Jan. 2007
- [2] Won-Sic Na, Kyung-sang Sung, Hae-Seok Ohh, "The Design on the AISO System using various rule and pattern Analysis of User on the HomeNetwork," In Proc. of International Conference on Hybrid Information Technology (ICHIT2006), Vol. 2, Jeju, Korea, pp.758-761, Nov 2006
- [3] Kyung-Sang Sung, Dong-Chun Lee, Hyun-Chul Kim and Hae-Seok Oh, "Home Network observation system using user's Activate Pattern and Multimedia Streaming," 9th International Conference, KES2005, VOL. LNAI 683, NO. part III, Page. 74 - 80, 2005.
- [4] Theodore B. Zahariadis, Home Networking Technologies and Standards, Artech House, Inc., Boston, 2003.
- [5] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," Scientific America, pp.94-104, Sept., 1991; reprinted in IEEE Pervasive Computing, Jan.-Mar. 2002, pp.19-25.
- [6] D. Garlan, D. P. Siewiorek, A. Smailagic and P. Steenkiste, "Project Aura : Toward Distraction-Free Pervasive Computing," IEEE Pervasive Computing, April-June, 2002.