퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2007, Vol. 17, No. 7, pp. 907-912

사용자환경정보 기반 Context-based Service 추론모델

Context-based Service Reasoning Model Based on User Environment Information

고광은 · 장인훈 · 심귀보*
Kwang-Eun Ko, In-Hun Jang, and Kwee-Bo Sim*

중앙대학교 전자전기공학부

요 약

현재의 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 공간에서 사용자가 요구하는 직접적인 서비스만을 제공하는 정도의 기술 구현에 그치고 있으며, 앞으로는 좀 더 능동적인 서비스를 제공할 수 있는 지능적인 시스템이 필요해지고 있다. 사용자의 개입 없이 사용자가 처한 상황에 대한 정보를 통해 제공할 서비스를 결정할 수 있는 시스템을 구성하기 위해 본 논문에서는 지능형 홈과 같은 유비쿼터스 컴퓨팅 공간에서의 사용자가 처한 상황에 대한 환경정보를 Context로 정의하고 4W1H의 형태로 정형화하여 수집한다. 추가적으로 사용자의 감정 상태에 대한 정보를 수집하고 이러한 정보들을 확률 추론을 위한 베이지안 네트워크의 노드로 사용하여 사용자가 구체적으로 어떠한 상황에 처해 있는가에 대한 상황인식을 구현하다. 또한 그 상황인식결과를 통해 사용자에게 제공될 서비스를 다시 한 번 베이지안 네트워크를 통해 추론하는 모델을 제시하고자 한다.

Abstract

The present level of ubiquitous computing technology have developed to the point where Home-server provides services that user require directly for user in the intelligent space. But it will need intelligent system to provides more active services for user in the near future. In this paper, we define the environment information about situation that user is in as Context, and collect the Context that stereotype as 4W1H form for construct the system that can decision service will be provide from information about a situation that user is in, without user's involvement. Additionally we collect information about user's emotional state, use these informations as nodes of Bayesian network for probabilistic reasoning. From that, we materialize Context Awareness system about it that what kind of situation user is in. And, we propose the Context-based Service reasoning model using Bayesian Network from the result of Context Awareness.

Key Words : Context Awareness, Bayesian Network, Emotion recognition, Service Reasoning

1. 서 론

다양한 지능형 서비스 제공 에이전트들로 구성되어있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 구축에서 가장 중요시되어야 하는 부분 중 하나는 사용자의 다양한 요구와 상황에 맞는 서비스를 적절하게 제공하여 사용자의 욕구에 부응할 수 있도록 하는 것이다. 그렇지만 기존의 홈네트워크 시스템과 같은 수동적인 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 기술에서는 지능적인 판단보다는 사용자의 직접적인 명령에 따라 단순 명령 수행에 그치는 홈오토메이션 정도에 머무르고 있다. 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅 환경, 즉 지능형 공간 구현 기술이 적용되는 공간은 대부분 가정이라는 특정 환경으로서 가정은 다양한 장치와 사용자가 공존하며 상호 간의 정보교환 및 공유가 가능한 'Open'이라는 특성을 가지고 있다. 이러한 특성에 맞는 적절한 서비스를 제공할 수 있기 위해서는 기존의 방법만으로는 불가능하며, 새로운 방법이 모색되어져야 한다.

단순 스케줄링이나 사용자 명령만을 입력으로 하여 서비스를 제공하는 시스템에서 능동적인 서비스 제공을 위해 우선적으로 고려되어야할 사항은 상황인식이다. 사용자가 처한 상황정보는 가정환경에서 다양한 형태를 가지고 존재하고 있으며 은연중에 지능형 공간에 존재하고 있는 에이전트에게 바라는 명령과 요구가 내포되어 있다. 만약 상황 정보를 잘 이용한다면 사용자가 필요로 하는 서비스를 사용자의 개입 없이 추론 가능할 것이다. 이러한 상황인식기술은 다른 분야의 활용을 위해 상당히 많은 연구가 현재 진행 중이다.

그렇지만 사용자 주변의 상황정보만을 이용하여 사용자에게 제공할 서비스를 추론해 내기에는 다소 정확성이 떨어진다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 이용될 수 있는 요소 중 하나가 사용자의 감정 정보이다. 감정정보는 사용자가 지능형 공간에서 어떠한 서비스를 요구하는 가장 중요한 근거 중에 하나이며, 역으로 이것을 서비스 추론의 근거로 활용한다면, 상당히 높은 정확성을 가지는 추론이 가능할 것이다.

접수일자 : 2007년 10월 10일
완료일자 : 2007년 11월 30일
* 교신 저자
감사의 글 : 본 연구는 삼성전자 정보통신 Track 산학과제에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

따라서 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 존재하는 에이전트가 사용자 주변 환경정보를 토대로 상황정보를 인식하고, 이렇게 인식된 상황 정보와 사용자의 감정 상태에 대한 정보를 통합하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 사용자에게 제공할 수 있는 가장 적절한 서비스를 추론해내는 모델을 제시하고자 한다.

이러한 추론 과정을 구성하기 위하여 본 논문에서는 방법론적으로 베이지안 네트워크를 사용하고자 한다. 상황인식을 위하여 베이지안 네트워크는 확률추론 모델로 불특정한 변수에 대한 결과를 도출해내기 위해 조건부 확률을 이용하는 방법으로써 지능형 공간과 같은 다양한 변수 및 상황이 존재하는 경우에서의 가장 적합한 근거를 추론해 내기에 효과적인 방법이다. 또한, 본 연구실에서 기존의 연구 중이던 사용자 얼굴 영상 정보를 활용한 감정인식 시스템을 통해 더욱 정밀한 상황 판단과 서비스 추론이 가능한 모델을 제시하고자 한다.

2. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 상황 인식

2.1 상황정보(Context) 인식 개요

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 상황정보는 사용자가 처한 주변 환경정보와 사용자의 상태, 또는 지능형 서비스 에이전트에 대한 정보를 통칭한다. 일반적으로 사용자 상황, 물리적 환경 상황, 컴퓨팅 시스템 상황, 사용자-컴퓨터 상호 작용 이력, 기타 상황으로 분류 가능하며, 사용자의 현재의 상황에 따라 적절한 정보 혹은 서비스 제공을 위해 상황을 이용하는 것을 상황정보(Context) 인식이라고 할 수 있다 [1].

유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로 구성될 가정이란 환경은 본질적으로 inaccessible, dynamic, non-deterministic, continuous한 특성을 가지는 "Open"으로 정의 된다 [2]. 즉, 모든 최신정보를 정확하고 완벽하게 항상 얻을 수 있는 것이 아니고, 상황에 따른 어떤 action에 대해 그 결과 또는 효과가 항상 일정하지도 않다. 또한, 한 지능형 서비스 에이전트가 어떤 행동을 취하거나 서비스를 제공했을 때 일어나는 효과가 사람이나 또 다른 에이전트의 행동과 같은 다른 원인에 의해서도 일어난다. 더구나 이러한 환경에서 취할 수 있는 행동과 인지된 상황을 유한하게 정의할 수도 없는 특징을 가지고 있다 [3].

유비쿼터스 컴퓨팅 안에서의 사용자 상황정보 인식을 위하여 중요하게 고려해야 할 또 다른 사항은 가정이 대부분 다수의 가족 구성원으로 이루어진 일상 생활공간이며 방, 거실, 부엌, 욕실 등 목적과 용도에 따라 공간이 구분되어지는 공간이라는 것이다. 따라서 여러 구성원들이 함께 사용하는 공유공간과 특정 개인의 사유공간으로 구분 되어질 수 있으며 사용자에게 제공될 서비스는 공간의 특성과 구성원에 따라, 즉 상황에 따라 다른 서비스를 제공할 필요가 있다[4]. 이러한 특성 하에서 지능형 공간 내의 사용자가 처한 상황을 인식하기 위해서는 가정에서의 모든 지능형 서비스 제공 에이전트들은 다양한 센서들을 통해 가정환경으로부터 사용자, 공간, 오브젝트 등의 개체와 관련된 모든 정보를 상황인식(context awareness) 컴퓨팅에 의해 정형화할 필요가 있다 [5]. 본 논문에서는 사용자의 상황 정보를 4W1H의 형태로 정형화하여 사용자 상황인식 및 모든 어플리케이션에 적용 가능하게 하고자 한다. 누가(Who), 언제(When), 어디서(Where), 무엇을(What), 어떻게(How)를 나타내는 것이 4W1H이며, 응용 서비스에 따라 4W1H의 조합으로 상황정보로 표현하였다 [6].

그림 1은 상황 정보 인식 과정을 도시하고 있으며, 이러한 인식과정을 위하여 내부의 유무선 네트워크 장비들의 상호 데이터 통신을 통해 하나로 통합된 유기적인 네트워크를 구성할 필요가 있다. 본 논문에서는 MICAz와 Telos 같은 TinyOS의 플랫폼을 기반으로 가정 내에서의 무선 센서 네트워크를 통해 인프라를 구축하고 그에 따른 Context 정보의 수집을 가정하고자 한다. 관련 무선 센서 네트워크 구성은 본 연구실에서 연구해오던 것으로 TinyOS와 그 플랫폼을 이용해서 가정 내에서 Context 인식을 위한 센서 네트워크를 구성할 수 있다 [7].

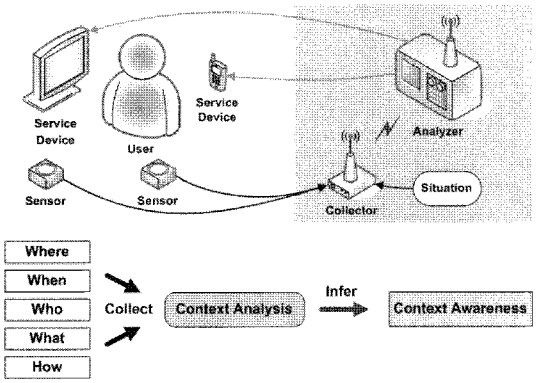


그림 1. 상황 정보 인식과정
Fig 1. Process of Context Awareness

2.2 베이지안 네트워크 기반 상황 인식

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 행동과 주변 환경은 지속적으로 변화한다. 따라서 이러한 다변하는 상황 정보를 추출하여 사용자에게 개별화된 서비스 제공을 위해서는 베이지안 네트워크를 적용하는 것이 효과적이다. 베이지안 네트워크를 이용한 추론은 불확실한 상황을 확률 값으로 표시하고, 복잡한 추론 과정을 정량화된 노드 간의 관계로 단순화 시켜, 유비쿼터스 환경 내에 사용자의 의도를 판단하는 방법으로 적합하다 [8]. 베이지안 네트워크는 DAG(Directed Acyclic Graph)로서, 네트워크를 구성하는 각 노드는 확률변수를 나타낸다. 각 노드는 다수의 상태를 가질 수 있으며, 각 상태에 대한 확률 값의 합은 1이 된다. 노드와 노드를 연결하는 호(Arc)는 노드 사이의 인과관계를 나타내며 변수의 확률적인 인과관계로 네트워크를 구성하고 특정 조건(Likelihood)이나 증거(Evidence)가 주어진 경우의 확률 즉, 조건부 확률 테이블(Conditional Probability Table, CPT)을 가지고 다음의 식 1과 같은 베이지안 규칙(Baye's Rule)을 이용하여 결과를 추론할 수 있다 [1].

$$P(x_i|x_j) = \frac{P(x_j|x_i)P(x_i)}{P(x_j)} \quad (1)$$

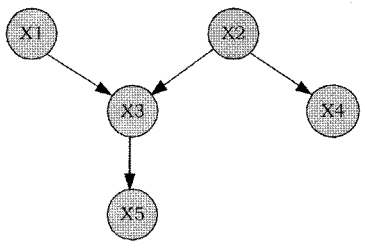


그림 2. 간단한 베이지안 네트워크의 예시
Fig 2. The example of simple Bayesian network

그림 2에서의 베이지안 네트워크가 조건부 독립이라고 가정하고 체인 규칙을 적용하면, 네트워크를 구성하는 각 노드에 대한 결합 확률을 다음 식과 같다.

$$P(x_1,x_2,x_3,x_4,x_5) = P(x_1)P(x_2)P(x_3|x_1,x_2)P(x_4|x_2)P(x_5|x_3) \quad (2)$$

일반적인 베이지안 네트워크 노드 사이의 확률 분포는 식 3과 같이 나타난다.

$$P(x_1,x_2,...,x_n) = \prod_{i=1}^{n} P(x_i|Parent(x_i)) \quad (3)$$

가정이라는 제한된 공간에서의 상황정보의 종류는 제한적이므로 베이지안 네트워크의 전체 구조를 공간(Where) 노드, 대상(Who) 노드, 시간(When) 노드, 장치(What) 노드, 행동양식(How) 노드로 구분하고자 한다.

Context를 인식한다는 것은 결국 특정 사용자가 언제 어디서 무엇을 어떻게 했다는 사용자의 행동양식(How)을 인식하는 것과 마찬가지이다. Where, When, Who, What요소는 홈네트워크 상의 센서 네트워크를 통해 쉽게 인식 가능하지만 How에 해당되는 사용자 행동을 인지하기 위해서는 본 논문에서는 How를 제외한 Where, When, Who, What 요소를 통해 사용자의 행동 양식을 인식하는 방법을 제안한다.

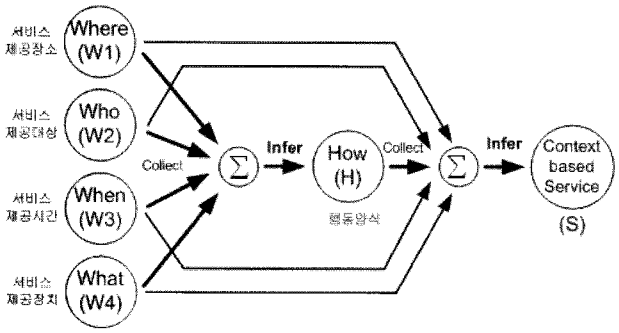


그림 3. 상황인식 및 서비스 추론 과정
Fig 3. Process of Context Awareness and Service Reasoning

그림 3은 베이지안 네트워크의 노드로 구성될 요소로 4W1H의 정보를 활용하여 최종적인 상황 인식과 상황에 따른 서비스를 추론해 내는 과정을 도시하고 있다. 그렇지만 사용자가 처한 단순 상황 정보에만 의존하는 경우의 상황인식 결과에는 다소 보완이 필요하다. 그에 따른 보완책으로 본 논문에서는 사용자의 감정정보를 활용하고자 한다.

3. 사용자 감정을 이용한 상황 인식

3.1 사용자 감정인식 개요

사용자의 감정 정보는 가정 내에서의 지능형 서비스 에이전트와 사용자간의 교류를 위하여 사용되는 중요 요소 중에 하나이다. 이러한 정보를 사용자가 처한 상황을 반영하는 요소로서 활용할 경우, 상황인식의 정확성이 향상될 수 있다.

기존의 감정인식을 위한 방법에는 주로 생체 신호(음성, 얼굴영상, 제스처, 뇌파 등)를 각기 활용한 실험이 이루어졌으며 최근의 연구 동향에서 가장 활발히 진행 중인 방향은 영상과 음성을 매체로 하여 감정을 인식하는 방법인데, 뇌파와 같은 별도의 장비가 부착되어야 하는 방법의 경우, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 내에서 즉각적인 감정인식의 결과를 도출해내기에 어렵고 그 뇌파 자체가 명확하게 규정되지 않은 부분이 많기 때문에 더 많은 연구가 필요하다 [9].

본 논문에서는 사용자의 주변 환경 정보와 결합하여, 정확한 사용자 상황인식 결과를 도출해내고자 하는 목적에서 감정인식을 구현하고자 한다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서와 같이 감정인식을 위한 장비의 제약이 많은 경우를 고려하여 얼굴 영상과 음성 신호를 이용한 방법을 통하여 사용자의 감정 상태를 인식하고자 한다. 이와 같은 정보는 지능형 서비스 에이전트에 추가적으로 부착되는 마이크와 카메라를 통하여 수집이 가능하며, 적절한 감정인식 알고리즘을 통해 즉각적인 결과가 도출될 수 있기에 효율적이다.

3.2 음성 신호를 이용한 감정인식

음성신호를 이용하여 감정을 인식할 때는 음성의 특징을 추출하는 부분과 그 특징에서의 패턴을 추출하는 부분으로 구분할 수 있다. 우선, 본 논문에서는 본 연구실에서 연구해오던 음성 감정인식기를 통하여 Acoustic feature에 해당하는 피치의 통계치, magnitude estimation method에 의해 구해진 소리의 크기, 섹션 개수, Increasing Rate(IR), Crossing Rate(CR)들의 특징들을 추출하기로 한다 [10].

또한, 추출된 특징에 대한 감정별 패턴 분류를 위하여 Backpropagation(BP) 학습하는 Multi-Layer Perceptron(MLP)를 이용하여 패턴을 분류 한다.

.다음의 그림 4는 본 연구실이 예전부터 연구해오던 감정인식기술에 관련하여 구현된 음성정보를 활용한 감정인식 시스템 프로그램으로 감정별 패턴에 대한 평균 인식률은 74% 정도로 나타나 있다 [10].

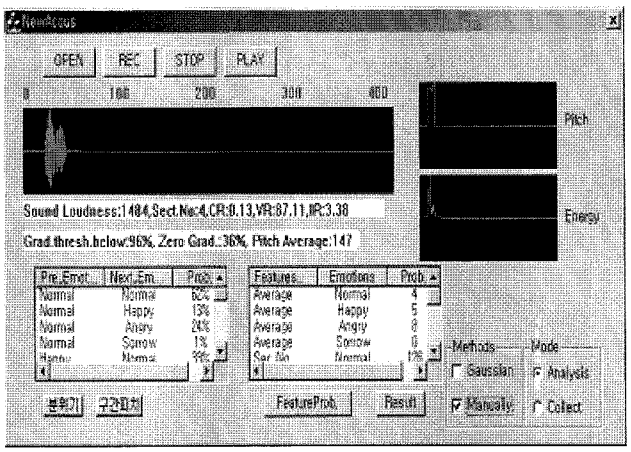


그림 4. 음성 감정 인식기
Fig 4. Speech emotion recognition system

3.3 얼굴영상을 이용한 감정인식

카메라를 통한 사용자의 얼굴 영상을 통하여 감정을 인식하기 위해서는 획득 영상에서 배경영상을 제외시킨 얼굴영역에 대해 피부톤 축적 알고리즘을 적용, 입, 눈, 눈썹에 대한 영역만을 검출하여 이를 gray 형태로 변환한 후 특징 벡터를 형성한다 [11]. 이에 관련된 자세한 설명은 [10], [11]에 자세하게 설명되어 있다.

본 연구실에서는 이런 일련의 과정들을 통해 그림 5와 같은 얼굴 영상 기반 감정인식 시스템 프로그램을 구현하였고, 각 감정별로 50번의 감정인식을 실행한 결과 평균 인식률은

53.4%로 나타났다.

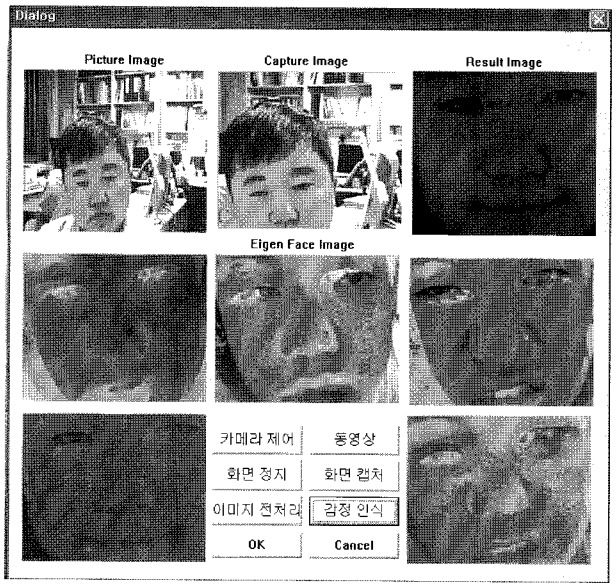


그림 5. 얼굴 영상 감정인식 시스템
Fig 5. Face image emotion recognition system

현재까지 파악된 결과, 음성신호와 얼굴영상을 개별적으로 이용한 감정인식 결과는 다소 불안정한 결과를 보이고 있다. 본 연구실에서는 이를 보완하기 위하여 음성신호와 얼굴영상을 결정융합방법을 통해 융합하여 더 나은 결과를 도출해내었다.

3.4 결정융합방법에 의한 감정인식

결정융합방법은 각각의 감정인식기를 통해 인식 결과를 융합하는 방법으로서 상이한 생체-행동 신호에 대해 융합이 용이하다는 장점이 있다 [10].

다음 그림 6은 이와 같은 결정융합 방법의 일반적인 절차에 대해 도시하였다.

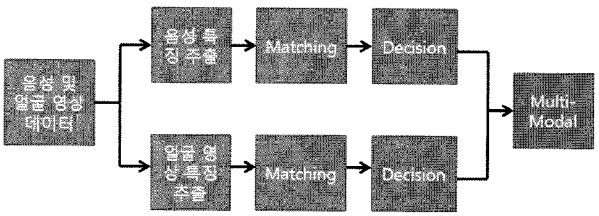


그림 6. 결정 융합 방법
Fig 6. Decision fusion method

먼저 각각 음성과 얼굴 영상을 통해 인식되어진 감정 상태에 대해 가중치를 할당하게 된다. 각각의 감정 상태와 가중치는 아래 식 (4)과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} Image\ weight &= w_{i(normal)}, w_{i(happy)}, w_{i(surprise)}, \\ &\quad w_{i(sad)}, w_{i(anger)} \\ Speech\ weight &= w_{s(normal)}, w_{s(happy)}, w_{s(surprise)}, \\ &\quad w_{s(sad)}, w_{s(anger)} \end{aligned} \quad (4)$$

이와 같은 가중치를 구하기 위해서 얼굴영상과 음성의 학습 데이터들을 통해 감정을 인식한 후, 인식된 감정 내에 속해 감정별 값들의 평균을 구한다. 사용자의 얼굴 영상 및 음성에 대해 특징 벡터를 추출하여 감정을 인식하고 인식된 감정을 통해 학습 데이터를 통해 얻어진 감정 인식 값들을 선택한다 [10]. 이렇게 구해진 가중치 정보를 이용하여 구해지는 실제 시스템의 최종 출력은 다음 식 (5)와 같다.

$$System\ Output = Max\{O_{normal}, O_{happy}, O_{surprise}, O_{sad}, O_{anger}\} \quad (5)$$

4. 상황 정보 및 사용자 감정을 이용한 Context-based Service 추론 모델

4.1 베이지안 네트워크을 이용한 추론 시뮬레이션

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 발생하는 상황 정보를 4W1H 요소로 정형화하고, 특정 상황에서의 사용자 감정 상태 정보를 베이지안 네트워크에 적용하여 실제 상황인식 확률 값과 Context-based Service의 확률 값을 추론해내는 시뮬레이션을 제시하고자 한다.

다음의 그림 7은 거실 환경에서 발생할 수 있는 4W1H요소를 베이지안 네트워크의 각 노드로 이용하여 네트워크 구성도이다. 베이지안 네트워크를 구성하기 위하여 만족해야하는 상태변수의 조건에는 "Mutually exclusive"와 "Exhaustive"가 있다. "Mutually exclusive"는 하나의 노드에서 동시에 두 개의 서로 다른 State(상태변수 값)가 존재할 수 없음이라는 조건이고, "Exhaustive"는 하나의 노드 안에 존재하는 State 중 하나는 반드시 선택되어져야 함을 의미한다. 이러한 조건에 적합하기 각 환경변수(4W1H 요소)를 배치하여 네트워크를 구성한 결과가 그림 7과 같다.

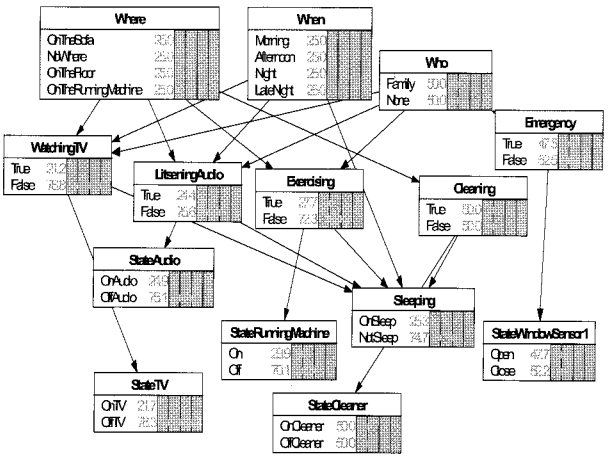


그림 7. 거실환경 상황 인식 베이지안 네트워크 구성
Fig 7. Structure of Context Awareness Bayesian Network at Living Room

이 베이지안 네트워크를 기반으로 하여 사용자가 처한 상황인식을 텍스트로 표한하기 위한 시뮬레이션 프로그램을 제작하였다.

그림 8에서는 4W의 각 요소를 Visual Studio MFC

Dialog 기반의 Radio 버튼, 체크 박스 컨트롤로 구성하여 선택되는 State를 Evidence로 하여 구하고자 하는 각 How요소의 확률 값들을 추론해내는 시스템이 나타나 있다. 베이지안 네트워크를 통해 계산되는 각 How 요소의 확률 값 중 가장 큰 값을 선택하는 경우와 기준치 이상의 확률 값을 가지는 값을 선택하는 경우, 두 가지로 상황인식 결과가 나올 수 있는데 본 논문에서는 최종 확률 값이 70%이상 되는 값들만이 출력될 수 있도록 하여 시뮬레이터를 구현하였다.

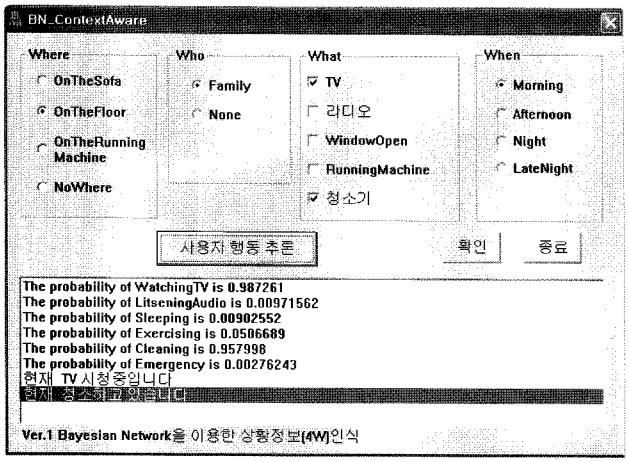


그림 8. 상황인식 시뮬레이터
Fig 8. Context Awareness Simulator

4.2 상황 정보 및 감정 정보를 이용한 서비스 추론

본 논문에서는 상황정보를 기반으로 사용자에게 적합한 서비스를 추론해 내는 모델을 제시하는 것을 최종 목적으로 한다. 그렇지만 감정 정보와 상황 정보의 결합을 통하여 더 높은 정확성을 가지는 서비스 추론이 가능하다. 우선 가정 공간 내에서 제공될 수 있는 서비스의 List를 구성하면 다음 표 1과 같다.

표 1에서 구성된 Service List는 곧 본 논문에서 구하고자 하는 Contex-based Service와 같다.

표 1. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 Service List
Table 1. The Service List of Ubiquitous Computing Environment

Reasoning Action	Service List	When	Where	What	How
bathing	환기	목욕	bathroom	온/습도 센서	기준 이상
communi-cating	주변소리낮춤	즉시	해당 장소	주변기기	볼륨 낮춤
cooking	recipe제공 /건강상태고려 /u-health 연계	즉시	해당 장소	display 장치	화면 표시
exercising	N/A		near device	exercising machine	device state
gaming	N/A		near device	PC/게임기	device state
laundering	N/A		laundry room	washing machine	device state
listening	N/A	오전	every-where	radio/music	device state
reading	조명/온도/습도 제어/소리낮춤		every-where	paper/ magazine	
sleeping	조명 끄기/소리낮춤 /알람서비스	밤	해당 장소	light/audio /TV	
storing	품목저장/유통기한관리		부엌	food/ ingredient / refrigerator	device state
storing and retrieving information	N/A		near device	PC/Storage	device state
studying	조명/온도/습도 제어/소리낮춤		방, 거실		
teaching	조명/온도/습도 제어/소리낮춤		방, 거실	kids	
toilet	환기	용변	bath room		
watching	N/A	저녁	방, 거실	TV/video	device state
web browsing	N/A		방, 거실	PC/TV	device state
working	조명/온도/습도 제어		방	office work	

그림 9에서와 같이 기존의 상황 인식노드에 감정 정보를 상태변수로 가지는 감정 노드와 최종 Service 결정을 위한 Decision 노드로 서비스 List에서 제공되는 거실 환경에서 제공 가능한 서비스를 노드로 하여 네트워크를 구성하였다. 이 추론 모델은 기존의 상황인식 베이지안 네트워크에 카메라나 마이크와 같은 단순한 장비를 통해 인식 가능한 사용자의 순간적인 감정정보를 인식하여 베이지안 네트워크의 노드로 활용함으로써 더 나은 정확성을 가지는 베이지안 네트워크로 구성된다.

이것이 본 논문에서 제안하는 베이지안 네트워크를 컴파일하여 특정 상황 조건과 감정 정보에 적합한 Context-based Service를 추론해 내는 모델이라고 할 수 있다.

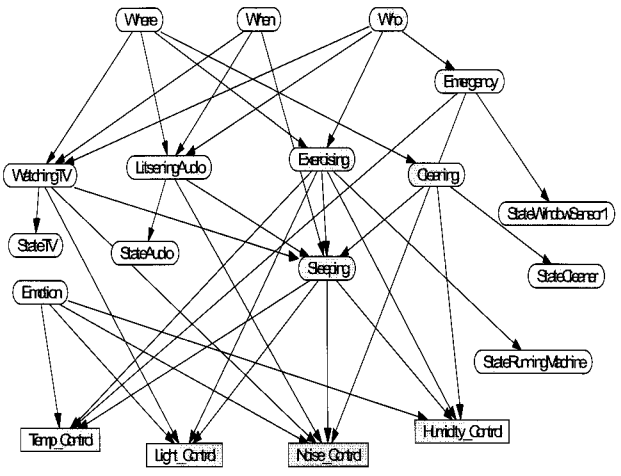


그림 9. 서비스 추론 베이지안 네트워크 모델
Fig 9. Model of service reasoning Bayesian Network

5. 결론 및 향후과제

지금까지 베이지안 네트워크를 기반으로 한 상황 인식과 음성신호 및 얼굴 영상을 이용한 감정인식시스템을 통해 나온 결과를 결합하여 최종적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자에게 제공할 수 있는 Context-based Service를 추론하는 추론 모델을 제안하였다. 단순 IF-THEN 규칙 기반으로 하여 상황인식과 서비스를 추론 하는 것보다 본 논문에서 제안한 바와 같은 불규칙한 상황의 상태 변수를 베이지안 네트워크를 적용하여 확률적 수치로 표현, 상황인식과 서비스를 추론하는 방법이 더 좋은 확장성과 더 적은 복잡성을 가진다는 측면에서 훨씬 효율적이라고 할 수 있다.

그렇지만, 차후 베이지안 네트워크의 각 노드 상태변수의 학습에 관련하여 더 많은 연구가 필요하다. 본 논문에서는 CPT를 사용자가 처한 환경(Where, When, What)에 적합하게 임의의 값을 정하여 구성하였지만, 앞으로는 좀 더 통계적인 결과와 같은 정형화된 규칙에 의거하여, 적합한 CPT를 구성하는 것이 연구과제이다.

참 고 문 헌

[1] 정헌만, 이정현, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 상황인식을 위한 확률 확장 온톨로지 모델", *韓國 컴퓨터 情報學會論文誌* 第11卷 第3號, pp.239-248, 2006. 1.

[2] Michael Wooldridge , "An Introduction to Multi Agent Systems," John Wiley & Sons, LTD., 2002.

[3] 장인훈, 심귀보, "홈네트워크 응용을 위한 Multi-Agent System(MAS) 프레임워크", *한국퍼지 및 지능 시스템학회 논문지,* 제17권, 제1호, pp.80-85, 2007. 2.

[4] 전진형, 심귀보, "다중 컨텍스트 환경에서의 컨텍스트 충돌 관리와 서비스 제어," 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, vol.15, no.2, pp.143-148, 2005. 4

[5] Anind K. Dey, "Understanding and Using Context," *Personal and Ubiquitous Computing, Special issue on Situated Interaction and Ubiquitous Computing*, vol. 5, no. 1, 2001.

[6] S. Jang, W. Woo, "Architecture of Context based Application in Ubiquitous Computing Environment," *KHCI* 2003, pp. 346-351, Feb. 10-13, 2003.

[7] 황세희, 심귀보, "지능형 홈을 위한 무선 센서 네트워크 구성" *퍼지 및 지능시스템학회 논문지,* vol. 15, no. 6, pp. 695 - 700, 2005. 11

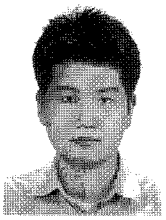
[8] 박지형, "유비쿼터스 환경에서의 상황 인지 시스템 - 연구 활동 소개 도우미 - ", *한국정밀공학회지*, 제21권, 제11호 pp. 31 - 37, 2004. 11

[9] M. Kugler and H. S. Lopes, "Using a chain of LVQ neural networks for pattern recognition of EEG signals related to intermittent photic- stimulation", *IEEE*, vol. 2, no. 3, pp. 173 - 177, 2002

[10] 주종태, 장인훈 양현창, 심귀보, "다중 센서 융합 알고리즘을 이용한 감정인식 및 표현기법", *제어·자동화·시스템공학 논문지,* 제 13권, 제 8호, 2007. 8

[11] 이동훈, 심귀보, "2D 얼굴 영상을 이용한 로봇의 감정인식 및 표현시스템," *제어 · 자동화 시스템 학회 논문지,* 제13권, 제4호, pp. 371-376, 2007.

저 자 소 개



고광은(Kwang-eun Ko)
2007년: 중앙대학교 전자전기공학부 공학사
2007년~현재 : 중앙대학교 대학원 전자전기공학부 석사과정

관심분야 : Smart Homenetwork, Multi-Agent Robotic Systems (MARS), Genetic Algorithm.

심귀보(Kwee-Bo Sim)
1990년 : The University of Tokyo 전자공학과 공학박사

[제17권 5호(2007년 10월호) 참조]

1991년 ~ 현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수
2006년 ~ 현재 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 회장

E-mail : kbsim@cau.ac.kr
Homepage URL : http://alife.cau.ac.kr