

스마트폰 상에서의 사용자 행위추론/예측기반

지능형 합성 캐릭터

이두호^o, 한상준, 조성배
연세대학교 컴퓨터과학과
{mattoid1, sjhan, sbcho}@sclab.yonsei.ac.kr

An Intelligent Synthetic Character Based on User Behavior Inference/Prediction for Smartphone

Duho Rhee, Sang-Jun Han and Sung-Bae Cho
Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

이동전화 가입자 수의 폭발적 증가와 전송속도 향상으로 고성능 이동전화인 스마트폰이 주목을 받고 있으며, 스마트폰 상에서 작동하는 지능형 서비스의 필요성이 커지고 있다. 본 논문에서는 스마트폰에서 지능형 서비스를 구현하는 방법으로 지능형 캐릭터를 제안한다. 캐릭터는 사용자가 친숙하게 느낄 수 있어 지능형 서비스의 좋은 인터페이스가 될 수 있다. 제안하는 캐릭터는 베이지안 네트워크를 이용하여 추론된 사용자의 감정 상태, 바쁨의 정도 등의 정보와 스마트폰에서 수집된 디바이스 상태에 기반하여 행동 선택을 하여 디바이스와 사용자의 상태를 반영한다. 실제 작동 예를 통해 제안하는 캐릭터의 유용성을 보인다.

1. 서론

최근 몇 년 사이에 급속도로 발전한 이동전화는, 폭발적인 가입자 수 증가를 통해 이제 사람과 사람 사이의 커뮤니케이션에 없어서는 안 될 중요한 수단으로 자리 잡았다. 정보통신부의 보고에 따르면 이동전화 가입자 수는 1998년 1,398만 명에서 2002년 말에는 3,252만 명으로 증가하여 인구대비 보급률 68.3%를 기록하였다. 그리고 그 중 최대 2.4 Mbps의 전송속도를 제공하는 CDMA 1x EV-DO 서비스 가입자가 51.1%를 차지하였다. 이런 사용자 수 급증과 전송 속도의 향상에 힘입어 이동전화망을 이용한 각종 부가 서비스들이 개발되고 고성능의 단말기들이 등장하고 있다. 그 중에서 PDA(Personal Digital Assistant)에 이동전화의 기능이 결합된 스마트폰은 음성전화, 무선 데이터 통신, 개인 정보 관리 등의 다양한 기능을 하나의 기기에서 제공하여 단순한 음성 통신 기능을 벗어나, 기업용 업무기기 및 오락의 매체로서 주목 받고 있다.

많은 기업들이 경쟁적으로 스마트폰을 출시하고 있으며 그 증가 추세 또한 매우 높다. 현재의 스마트폰은 단순히 고성능 이동전화로서의 기능만을 하고 있지만 앞으로의 응용에 따라 활용가능성은 매우 크다고 할 수 있다. 특히 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 구현에 적합한 기기로 떠오르면서 스마트폰에서 개인화된 지능형 서비스의 필요성이 점점 커지고 있다. 하지만 그 특성상 계산 능력과 저장용량, 사람과 상호작용 할 수 있는 방법 등의 제약이 있으므로 이를 극복하고 좀 더 유용한 서비스를 제공하기 위한 기술 개발이 필수적이다.

본 논문에서는 사용자에게 친숙하게 다가갈 수 있는 캐릭터를 이용한 스마트폰 상에서의 지능형 서비스를 제안한다. 캐릭터는 사용자의 감정 상태나 디바이스의 상태를 반영하여 적절한 행동을 취한다. 먼저 스마트폰에서 가능한 정보들을 수집하고, 베이지안 네트워크를 이용하여 사용자의 감정 상태, 바쁨의 정도를 추론한다. 그리고 수집된 정보들과 추론된 결과를 행동 네트워크의 상태 자료로 이용하여 행동을 선택한다. 그리고 선택되어진 행동이 캐릭터를 통해 나타나게 된다. 이와 같은 방법은 단순한 규칙 기반 방법과 비교해 유연성과 확장성이 높다는 장점을 가진다.

2. 관련연구

합성 캐릭터에 관한 선행연구로는 MIT Media Lab의 C. Kline 등의 연구가 있다. 합성 캐릭터에 Motivational drive, Emotion, Perception, Action selection의 개념을 도입하여 Intentional character를 제안하였다 [1]. Motivational drives와 Emotion은 각각 캐릭터에 상황에 따른 동기와 감정을 부여하여 행동에 영향을 준다. Perception은 캐릭터의 주위 환경에 대한 정보를 감지해서 캐릭터에게 전달하는 역할을 하고, Action selection은 목표를 달성하기 위한 행동을 선택하는 방법이다. 본 논문에서는 이에 착안하여 스마트폰에서 동작하며 사용자에게 필요한 정보와 엔터테인먼트를 제공하기 위한 캐릭터를 제안한다.

3. 스마트폰을 위한 합성 캐릭터

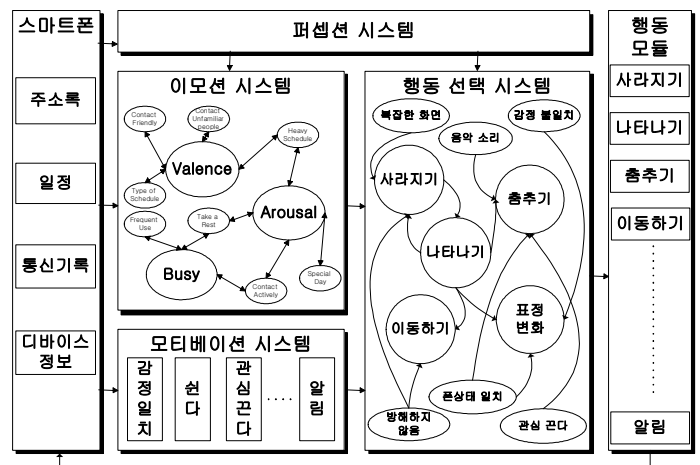


그림 1. 제안하는 지능형 캐릭터의 구조

본 논문에서 제안하는 지능형 캐릭터는 퍼셉션 시스템, 이모션 시스템, 모티베이션 시스템 및 행동 선택 시스템으로 구성된다. 먼저 퍼셉션 시스템은 스마트폰 상에서 얻을 수 있는 정보들을 수집한다. 이모션 시스템은 수집된 정보들 중 필요한 것들을 이용해서 베이지안 네트워크를 이용해 사용자의 감정 상태와 바쁨의 정도를 추론한다. 그리고 모티베이션 시스템은 수집된 정보를 통해 상황에 따라 다른 목표를 가지고 행

동을 선택하도록 목표를 설정하는 역할을 한다. 행동 선택 시스템에서는 수집된 정보와 추론된 결과 및 설정된 목표를 가지고 적절한 행동을 선택한다. 마지막으로 선택된 행동에 대한 실제 모듈이 실행된다.

캐릭터의 행동 선택을 위한 방법으로 행동 네트워크를 사용하였고, 행동 네트워크의 상태 자료 수집 중 사용자의 감정 상태, 바쁨의 정도를 추론하기 위한 방법으로 베이지안 네트워크를 사용하였다. 캐릭터의 구조를 도식화하면 그림 1과 같다.

3.1 퍼셉션 시스템

스마트폰에서 얻을 수 있는 정보로는 표 1과 같이 주소록, 일정 등의 사용자에게 관련된 정보와 배터리 상태, 사용자의 최근 입력 시간 등의 스마트폰 디바이스 자체의 상태 등이 있다. 퍼셉션 시스템에서는 이러한 정보들 중에서 이모션 시스템과 행동 선택 시스템에서 필요한 정보들을 수집한다.

표 1. 스마트폰에서 얻을 수 있는 정보

종류	구성요소	
사용자 정보	주소록	이름, 분류 그룹, 휴대전화번호, 자택전화번호, 전자메일, 주소, 홈페이지
	일정	제목, 장소, 시작시간, 종료시간, 참석자, 중요도, 분류 그룹, 반복시작일, 반복종료일, 메모
	통신기록	상대방 이름, 전화번호, 통화시작시간, 통화지속시간, 문자 메시지 내용
디바이스 정보	배터리상태, 최근 입력 시간, 복잡한 화면, 음악 재생	

퍼셉션 시스템에 의해 수집된 정보는 행동 선택 시스템의 상태 정보로 사용되고, 이모션 시스템의 추론 근거로도 사용된다.

3.2 이모션 시스템

이모션 시스템에서는 수집된 정보들을 이용해서 베이지안 네트워크로 사용자의 감정 상태와 바쁨의 정도를 추론한다.

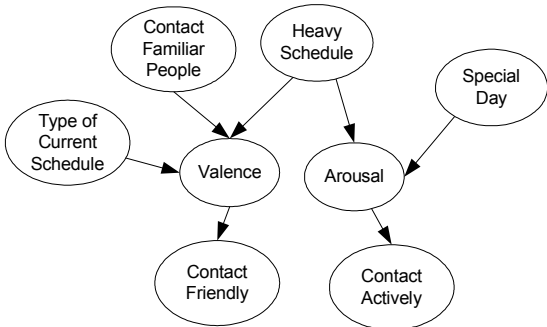


그림 2. 감정상태 추론을 위한 베이지안 네트워크의 한 부분

사용자의 감정 상태를 추론하기 위하여 Valence-Arousal (V-A) 공간을 도입하였다. V-A 공간은 감정을 2차원 공간에서 나타내는 간단한 모델로서 기존 감성인식 연구에서 감정 모델링을 위해 많이 사용되고 있는 유용한 방법이다. Valence축은 감정의 성격, Arousal축은 감정의 강도를 나타내며 두 축의 값으로 여러 가지 감정 상태를 나타낼 수 있다는 장점이 있다. 사용자 감정의 V-A 공간상의 위치를 추론하기 위해 두 축의 값에 대한 베이지안 네트워크를 각각 설계하고 추론된 Valence와 Arousal값을 V-A 공간상에 대입하여 사용자의 감정을 결정하였다.

스케줄이 많고 스케줄의 성격이 업무적 성격이 강하면 Valence값이 negative일 가능성이 높을 것이고 스케줄이 적고 비업무적 스케줄이 대부분이라면 positive일 가능성이 높을 것이다. 그림 2는 감정상태 추론을 위한 베이지안 네트워크의 일부분으로서 이러한 변수들 사이의 관계를 나타낸다.

바쁨의 정도도, 업무적 성격의 스케줄이 많고 통화량이 많으면 바쁨

확률이 높고 스케줄이 별로 없고 스마트폰 사용량이 적으면 바쁨 확률이 적다는 것 등을 베이지안 네트워크로 모델링하여 추론한다.

3.3 모티베이션 시스템

캐릭터는 정해진 하나의 목표가 있는 것이 아니라 항상 상황에 따라서 목표가 변하므로, 수집된 정보를 통해 상황에 맞게 목표를 설정해 주도록 하였다. 또한 목표는 한번에 하나가 아니라 여러 가지가 될 수도 있다. 현재 상황에서 사용자가 필요로 할 것이라고 예상되거나 꼭 제공되어야 한다고 판단되는 것을 목표로 설정한다. 표 2는 상황에 따른 목표들을 보여준다.

표 2. 상황에 따른 목표

목표	상황
감정 일치	사용자의 감정상태와 표정이 다를 경우
방해하지 않기	화면에 글자, 그림 등이 많은 경우
폰상태 일치	스마트폰의 상태(배터리 충전 중 등)를 표현
선다	일을 많이 했거나 피곤한 경우, 안 바쁜 경우
관심 끌고 싶다	장시간 아무 것도 하지 않은 경우
알림	일정 5분전

3.4 행동 선택 시스템

행동 선택 시스템에서는, 퍼셉션 시스템에 의해 수집된 정보와 이모션 시스템에 의해 추론된 사용자의 감정 상태, 바쁨의 정도를 근거로 하고 모티베이션 시스템에 의해 설정된 목표들을 행동 선택의 목표로 삼아서 캐릭터의 행동을 선택한다. 행동 선택 방법으로는 행동 네트워크를 사용하였다.

행동 네트워크는 행동들 사이의 관계, 목표, 외부환경을 구성요소로 하여 현재 상황에 가장 적합한 행동을 선택하는 모델이다[2]. 행동 네트워크의 각 노드는 기본행동을 나타내며 예지는 기본행동들 사이의 관계를 나타낸다. 노드와 노드 사이의 관계는 predecessor, successor, conflicter 등의 세 가지로 구성되며 노드의 삭제조건, 추가조건, 선행조건 등의 구성요소 관계로부터 설정된다. 노드는 상태와 관련되어 있는 선행조건, 추가조건, 삭제조건과 실행코드, 활성도로 이루어진다. 본 논문에서 제안하는 캐릭터에서는 전통적인 행동 네트워크를 스마트폰 환경에 맞게 수정하여 사용하였다. 그림 3은 구현한 행동 네트워크의 일부분이다. 점선은 precondition을, 2점 쇄선은 goal을, 실선은 successor link를 나타낸다.

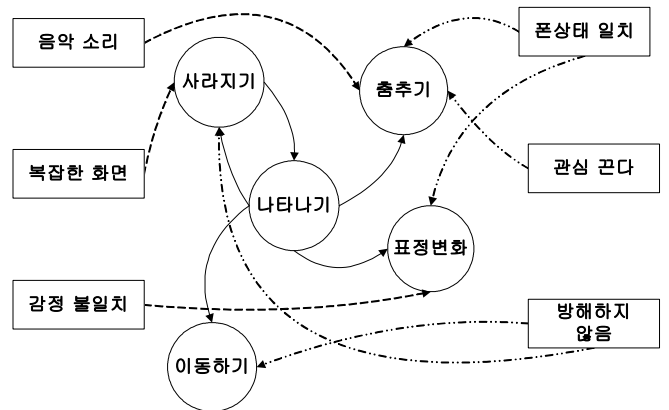


그림 3. 행동 네트워크의 한 부분

B_i 가 행동들, S_i 가 수집된 상태정보를, G_i 가 목표를 나타내고, 각 행동은 활성도 a_i 를 가진다고 했을 때, 각 행동들의 선행조건과 추가조건은 상태집합 $Z = \{S_1, S_2, \dots, S_n, G_1, G_2, \dots, G_n\}$ 의 부분집합으로 이루어진다. 선행조건은 행동이 실행되기 위해 참여해야 하는 조건이고, 추가조건은 행동이 실행되고 나면 참이 되는 조건이다. predecessor관계와 successor관계에 대한 정의는 다음과 같다.

- B_1 is predecessor of B_2 : B_2 의 선행조건 Z_2 의 원소 S_i 가 B_1 의 추가조건 Z_1 의 원소이다.

- B_1 is successor of B_2 : B_2 의 추가조건 Z_2 의 원소 S_i 가 B_1 의 선행조건 Z_1 의 원소이다.

각 행동의 활성화는 상태와 목표에 의해 추가되거나 predecessor, successor 관계에 있는 행동들끼리 주고받는다. 행동 B_i 의 선행조건 Z_i 의 원소 중 참인 상태 S_i 또는 현재 목표와 일치하는 목표 G_i 에 의해 활성화도가 추가된다. 실행 가능한 행동 B_i 는 successor들에게 활성화도를 전달한다. 그리고 실행 가능하지 않은 행동 B_i 는 predecessor에게 활성화도를 전달해서 자신이 실행 가능해지도록 만든다. 이 과정을 계속 반복하며 실행 가능한 행동을 찾게 된다. 상태와 목표에 의한 활성화도 값과 행동들 사이에 주고 받는 활성화도 값은 파라미터로 정의된다.

행동 네트워크에는 실행 가능한 행동을 결정하기 위한 임계치가 있어서, 선행조건이 모두 참이고 활성화도가 이 임계치를 넘는 행동들 중 활성화도가 가장 큰 것이 행동으로 선택된다. 임계치를 넘는 것이 없을 때는 임계치를 일정량 감소시켜 가며 행동을 선택한다. 선택이 한번 되고 나면 임계치는 원래 값으로 돌아간다. 한번 선택된 행동의 활성화도는 0으로 초기화된다.

본 연구에서 설계한 네트워크는 '배터리 충전중', '화면에 있음' 등의 26가지의 상태와 '나타나기', '춤추기' 등의 15가지의 행동 그리고 '방해하지 않음', '알림' 등의 6가지의 목표를 가진다.

4. 동작의 예

본 논문에서 제안하는 캐릭터는 Microsoft의 Embedded Visual C++ 4.0과 Pocket PC SDK 2003으로 제작되었으며 실제 스마트폰 상에서 실행된다. 제안하는 캐릭터의 유용성을 보이기 위하여 사용자의 입력에 따른 캐릭터의 행동을 살펴보았다.

사용자는 문서를 편집하기 위해 워드프로세서를 실행한다. 사용자가 불러온 문서는 매우 커서 화면 가득 글자가 출력된다. 그러면 '복잡한 화면' 상태가 참이 되고 '방해하지 않음'이 목표로 설정되어, '사라지기' 행동의 선행조건인 '복잡한 화면'과 '깨어있음', '화면에 있음'이 모두 참이기 때문에 세 상태에 의해 활성화도가 추가된다. 또한 추가조건인 '방해하지 않음'이 목표로 설정되어 있기 때문에 활성화도가 추가된다. 그 결과 다른 행동들에 비하여 높은 활성화도를 가지게 되고 몇 번의 반복을 거치면서 임계치가 낮아지고 활성화도는 높아져서 결국 '사라지기' 행동이 선택되고 캐릭터가 화면에서 사라진다. 사용자는 캐릭터가 사라져서 좀 더 편한 환경에서 문서를 편집할 수 있게 된다. 그림 4는 사라지기 전과 사라진 후의 모습이다.

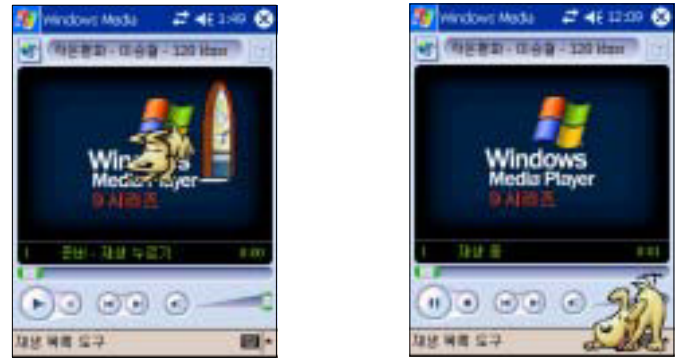


그림 4. 사라지기 행동

사용자는 문서 편집을 끝낸 후 음악을 듣기 위해 미디어 플레이어 실행시킨다. 그러면 '복잡하지 않은 화면' 상태가 참이 되고 '음악소리' 상태가 참이 된다. '춤추기' 행동의 선행조건인 '음악소리', '화면에 있음', '깨어있음' 중 '음악소리'만이 참이고 나머지는 거짓이다. 따라서 '춤추기' 행동은 자신의 선행조건을 참으로 만들기 위해 predecessor인 '나타나기' 행동에게 활성화도를 준다. '화면에 있음'과 '깨어있음'을 선행조건으로 갖는 행동들이 많으므로 '나타나기'가 빨리 선택되어서 캐릭터가 다시 화면에 나타나게 된다. 그리고 나면 '춤추기' 행동의 선행조건이 모두 만족된다. 다른 행동들도 선행조건을 만족하는 것들이 있지만, 음악을 듣는 중이므로 모티베이션 시스템에 의해 '폰상태 일치'가

목표로 설정되어 있기 때문에 '춤추기'가 선택될 확률이 높아져 사용자는 음악에 맞추어 캐릭터가 춤을 추고 있는 것을 볼 수 있다.

사용자가 집으로 돌아와 배터리 충전을 위해 스마트폰을 충전기에 꽂으면 충전중임을 나타내는 '살찌우기' 행동의 선행조건이 모두 만족된다. 그리고 폰상태 일치가 목표로 설정 되어서 살찌우기 행동이 잠시 후 선택된다. 그림 5는 나타나기 행동과 춤추기 행동의 화면이다.



(a) 나타나기 행동 (b) 춤추기 행동

그림 5. 행동 화면의 예

다음은 위의 동작 과정을 상태 정보의 변화를 중심으로 도식화한 것이다. 사용자의 입력에 따라 상태정보가 변하고 그에 따라 행동이 선택되는 것을 보여준다. 26개의 상태 중 예시에 필요한 것만을 나타내었다.

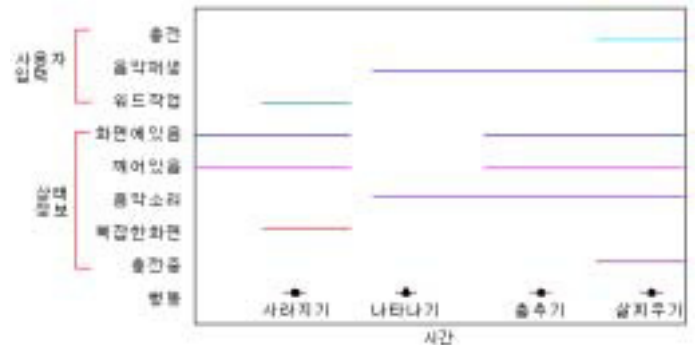


그림 6. 시간에 따른 상태 변화 그래프

5. 결론

본 논문에서는 스마트폰 상에서의 지능형 서비스의 한 방법으로 지능형 캐릭터를 이용하는 방법을 제안하였다. 캐릭터는 스마트폰 상에서 수집된 정보를 이용하여 사용자의 상태를 추론하고 현재 사용자에게 원하는 것이라 판단되는 것을 목표로 설정한다. 추론된 정보와 설정된 목표들은 행동 네트워크에 입력되어 캐릭터는 현재 상황에 가장 적절한 행동을 취한다.

그러나 아직은 행동들 간의 유기성이 적고, 행동 수준이 너무 상위 레벨이라는 단점이 있다. 행동을 더 저수준으로 세분화한 행동 네트워크를 개발하여 행동 선택 방법의 장점을 더 잘 살릴 수 있도록 해야 할 것이다. 그리고 개인화된 서비스를 위해 사용자의 피드백을 받아 네트워크 구조가 적응적으로 변화할 수 있는 학습 시스템을 추가하는 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 프론티어 연구사업의 지원에 의한 것임.

참고 문헌

[1] C. Kline and B. Blumberg, "The Art and Science of Synthetic Character Design," *Proc. of the AISB 1999 Symp. on AI and Creativity in Entertainment and Visual Art*, Edinburgh, Scotland, 1999.

[2] P. Maes, "How to Do the Right Thing," *Connection Science Journal*, vol. 1, no. 3, pp. 291-323, 1989.