

# Spatial Information Based Simulator for User Experience's Optimization

Green Bang\*, Ilju Ko\*\*

## Abstract

In this paper, we propose spatial information based simulator for user experience optimization and minimize real space complexity. We focus on developing simulator how to design virtual space model and to implement virtual character using real space data. Especially, we use expanded events-driven inference model for SVM based on machine learning. Our simulator is capable of feature selection by k-fold cross validation method for optimization of data learning. This strategy efficiently throughput of executing inference of user behavior feature by virtual space model. Thus, we aim to develop the user experience optimization system for people to facilitate mapping as the first step toward to daily life data inference. Methodologically, we focus on user behavior and space modeling for implement virtual space.

▶ Keyword : Spatial Information, Space Design, Human Behavior, Simulator Modeling, Virtual Space

## I. Introduction

인간중심의 가치 기반 UX(User eXperience) 패러다임으로 변화함에 따라 사용자의 라이프 스타일과 상황에 최적화된 경험을 통해 새로운 가치를 창출할 수 있는 시대가 도래하면서 개인화된 사용자 경험을 제공받으려 하는 수요 증가하고 있다. IT기술이 발달할수록 상호작용, 경험, 관계 등과 관련된 인간의 감각인지적인 요소들을 지향하는 형태의 연구들의 발달을 촉진시키고 있는 사회적 현상이 이를 뒷받침해 준다[1]. 사용자 경험에 대한 근본적인 이해와 사용자의 높은 공감을 얻을 수 있는 방법론에 대한 연구들이 다양해지고 있는 것을 통해 알 수 있다.

철학자 메를로 폰티는 인간의 '몸'을 구체적인 장소와 시간을 가진 존재로 보았다[2]. 인간은 지각하는 존재이기 때문에 의미를 획득 할 수 있으며, 지각한 의미를 통해 그 자체로서 체화된 경험을 가진다고 하였다. 그 경험들은 공간을 통해 드러나게 되는데, 공간은 물리적인 실체를 가지면서도 사용자가 의미

를 부여함으로써 존재하게 되는 인지적 공간 즉, 메를로 폰티가 정의한 '현상적 장'으로 개념화 시킬 수 있다. 인지적 공간은 그 자체로 현실공간의 시각적 정보와 인간의 경험 정보들은 주어진 대상에 대해 현재에 고정되어 있는 것이 아닌 과거와 미래를 함께 동반하는 끊임없이 연결되는 연속성을 가진다[3].

본 논문에서 사용되는 공간의 개념 또한 인간 경험(Human Experience : HX)을 매개로 함으로써 물리적인 실체를 가지면서 인간이 인식함으로써 인지되는 개념적으로도 존재하는 복합적인 것으로 정의하고 있다. 이는 인간을 수동적인 공간의 요소로써 바라보았던 과거와는 달리 공간과 상호작용하는 주체로써 새로운 공간 경험을 창출해내는 능동적인 요소로써 바라보게 되었다는 것을 의미한다. 특히, 스마트 디바이스 환경에서의 인간은 과거시점의 존재보다 더 주도적이면서도 적극적인 행태를 보이는 존재로 변모하였다. 인간뿐만 아니라 디바이스들 역시 한 시점을 기준으로 동시다발적으로 상호작용하는 형태로 변화하고 있다.

우리나라 국민 10명중 9명이상이 보유하고 있는 휴대폰만

\*First Author: Green Bang, Corresponding Author: Ilju Ko

\*Green Bang(banglgreen@ssu.ac.kr), Dept. of Digital Media, Soongsil University

\*\*Ilju Ko (andy@ssu.ac.kr), Dept. of Global Media, Soongsil University

Received: 2015. 12. 07. Revised: 2015. 12. 28, Accepted: 2016. 03. 19.

This research was supported by Next-Generation Information Computing Development Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (No. 2012M3C4A7032783)

하더라도 자이로 센서, 카메라 모듈, IR 센서, 근접센서 등 다양한 센서들이 탑재되어 디바이스 사용자를 포함하여 여타 디바이스와도 상호작용이 용이하다[4]. 게다가 사용자가 서 있는 좁은 공간에서 조차도 예측하기 어려운 다종의 경험 정보들이 발생하는 복잡도가 높은 경험환경에 노출되어 있다.

이처럼 복잡도가 높은 환경에 노출되어 있는 상황에서 사용자의 라이프 스타일 또는 상황에 최적화된 경험을 제공하기 위해서는 사용자 경험에 대한 의식적, 무의식적 정보들의 복잡도를 낮추는 노력이 필요하다. 본 논문에서는 이를 위해 사용자 경험정보 기반의 행동추론모델을 탑재한 가상공간을 구현한 시뮬레이터를 개발하고자 한다. 가상공간은 과거 사용자의 경험 정보들을 기반으로 공간 모델, 사용자 모델, 디바이스 모델을 기반의 추론 모델을 구체화시키는 목적으로 개발하고자 한다. 추론은 과거의 현재의 상황정보를 기반으로 현재 시점 이후의 사용자 행동을 추론함으로써 위험상황에 대비, 스마트 홈 환경에서의 최적화된 경험 제공 등의 다변적 환경에 적응적인 시뮬레이션을 구현하는데 반드시 필요한 기능이다. 이는 다양한 위험 환경에 노출되어 있는 사회적 필요를 반영한 독거노인 일상 활동 원격 모니터링 시스템, 재난 시뮬레이션 등의 개발이 대두되고 있는 것에서도 알 수 있다. 특히 빠른 상황판단이 욕되는 상황일 경우 판단을 위한 정보의 복잡도를 낮추는 것이 반드시 필요하다.

사용자 경험 최적화를 위한 시뮬레이터는 알려진 사실들을 결합하여 새로운 사실을 만들 수 있는 추론의 순기능을 가진다. 그렇기 때문에 경험정보들을 학습하며 현재 시점 이후 확률적으로 가장 높은 행동을 할 것으로 예상되는 행동을 추론하여 보여주는 기능이 필요하다. 이는 기존의 현실공간에서의 실험을 통한 사용자 행동 데이터 수집 방법론이 갖는 어려운 점들을 보완할 수 있다. 시뮬레이터를 통한 실험들은 교통상황, 에너지 소비량, 위험상황 등 직접적으로 실험이 어려운 분야의 전문성을 가지는 데이터들을 기반으로 실제상황과 유사한 실험을 가능하게 해준다는 큰 장점이 있다.

앞서 인지적 공간은 현실공간의 시각적 정보의 인간의 경험 정보들 중심으로 존재한다고 정의한바 있다. 사용자 경험 정보에는 사용자의 개인적 특성, 성향, 성별 뿐만 아니라 공간에서의 사용자의 위치, 오브젝트간 상호작용 정보 등 복잡도가 높은 수많은 데이터를 포함한다. 관련해서 사용자 경험정보를 이용한 연구들은 크게 두 가지 방향성을 가지고 이루어진다. 먼저 현실공간의 사용자의 경험정보를 수집하여 분석하는 방법, 두 번째는 가상공간 구현을 통해 현실공간과 유사한 사용자 정보값을 유추하는 방법이다. 본 논문의 사용자 경험정보 최적화를 위한 시뮬레이터는 위의 두 가지 방법이 융합된 형태를 가진다. 현실 공간 정보를 기반으로 수집된 정보를 분석하고 이를 시뮬레이터의 공간모델과 사용자행동모델에 적용하였다. 또한 구현된 시뮬레이터는 가상공간에서의 가상의 캐릭터를 통해 사용자 경험 정보 수집을 하는 기능이 포함되어 있다.

2장에서는 현실 공간정보를 이용한 상황인지연구와 시뮬레

이터기반의 스마트홈 관련연구들의 현황에 대해 살펴보고, 3장에서는 공간정보 기반 시뮬레이터 구현을 위한 사용자 행동모델링과 공간모델링 방법을 제안한다. 4장에서는 실험을 통해 제안된 모델의 값과 추론된 행동의 결과의 정확도를 비교하는 프로세스를 통해 사용자 경험정보 최적화 방법론을 제안한다.

## II. Relate Works

공간정보를 이용한 연구들은 대부분 상황인지를 목적으로 하는 스마트홈 관련 연구들이 주를 이룬다[5-9]. 이들 연구들은 사용자 정보를 기반으로 최적의 서비스를 제공이 목적이다. 관련 연구 방법론은 크게 두 가지 방향성을 가지며 나뉜다. 현실공간에서 발생한 사용자 경험 정보를 수집 하여 분석하는 방법과 현실공간과 유사한 가상공간을 구현하여 사용자 행동을 특성을 파악하는 방법이다.

현실공간의 사용자 행동 데이터를 수집하여 데이터셋을 확보하는 ‘CASAS Smart Home Project’가 있다.[8] 거주자의 주거환경 개선을 위한 목적으로 실제 거주공간을 대상으로 제한된 영역 내에서 실험이 이루어졌다. 주거공간에 1미터 단위로 모션 센서를 장착하여 사용자 존재 유무를 판단하고, 디지털 센서들을 활용하여 온도, 온열기구 사용유무, 전화기 사용 유무 등 아날로그적 정보들을 데이터화시켜 수집하는 방법을 사용하였다. 공간에서의 행동들은 다음과 같은 정보를 통해 데이터 특성을 판단한다. 모션 센서를 통해 공간 정보를 수집하고 디지털 센서가 부착된 오브젝트의 정보를 통해 데이터 특성의 정확도를 높이는 방법을 사용하였다. 아래의 그림 1은 ‘손 씻기’라는 행동을 하였을 경우의 예시로, 사용자가 특정 행동을 하였을 때 데이터가 어떻게 수집되는지를 보여준다.



Fig. 1. Example of ‘CASAS’ Test

사용된 센서에 부여된 센서 ID, 사용한 날짜, 사용한 시간, 센서의 상태 정보가 사용된 시간별로 이벤트가 발생하게 되는 시스템으로 설계 되었다. 이 실험은 6개월 이상의 실험기간을 통해 데이터를 수집하여, 수집된 데이터의 정확도를 높이고자 하였다. 실제 거주공간 정보를 장기간 동안 알고리즘적으로 실험이 가능한 풍부한 실제 데이터셋을 확보하였다는 장점이 있다. 하지만, 이 같은 형태의 실험들은 행동인식 알고리즘의 인

식정확도, 수집된 데이터의 정확성 여부 판단, 다중사용자일 경우의 복잡도 등의 문제점들이 두드러지게 나타난다. 사용자가 늘어날수록 사용자와 사용자간, 오브젝트와 사용자 간의 인터랙션의 경우의 수가 증가하여 복잡도가 높아지게 된다. 복잡도가 높아지면 예측의 정확도가 떨어질 가능성이 높다. 더불어 데이터의 양이 적을 때는 정확도가 낮아져 결과의 신뢰도가 떨어지는 문제가 발생하는데, 이것은 비용의 측면에서도 효율적이지 못하다. Gator Tech Smart Home, Toyota Dream House 'PAP' 등의 프로젝트에서도 위와 같은 문제점들이 발견되고 있으며, 이는 사용자 경험 샘플링 방법론에서도 거론되는 관련 실험이 갖는 문제점들이다[10-13].

현실공간과 유사하게 구현된 가상공간을 활용하는 방법은 현실공간에 사실적 실험이 어려운 경우 등에서 주로 사용되는 경우가 많다. 수동적인 형태로는 스마트홈 플랫폼 개발을 위해 고안된 V-PlaceLab, PlaceMaker 등과 같은 시뮬레이터가 있다[14-15]. 거주공간의 실측 사이즈와 도면을 가지고 가상공간에 구현하여 도면 변경이나 인테리어 변경 등이 가능하다. 또한 사용자의 행동 특성을 파악하는 시뮬레이터로 알려진 'Persim'은 3D 공간과 센서, 스마트 캐릭터 모델링을 기반으로 센서 데이터를 자동으로 만들어낸다.[9] 구현된 가상공간에서 가상의 캐릭터가 시나리오기반으로 행동한 결과 값이 현실공간과 유사하다는 것을 보여주는 능동적인 형태를 가진다. 앞선 현실 공간 데이터 수집 방법과는 다르게 적은 비용으로 현실공간의 실험방법과 유사한 결과 값을 얻을 수 있다는 것이 가장 큰 장점으로 작용한다. 예를 들면, 집안에 화재가 난 상황이 실험적으로 필요한 경우 실제 공간에 직접 불을 내는 것보다, 가상의 공간에 현실에서의 상황정보들을 기반으로 시뮬레이션을 통해 대체가 가능하다. 하지만 이벤트 기반의 사용자 행동 시뮬레이터이면서도 공간정보가 밀접하게 고려되지 않았다. 공간정보가 더해지면 구현되는 가상공간의 데이터 구조가 매우 복잡해지고 캐릭터의 행동의 경우의 수가 증가하기 때문이다. 그렇기 때문에 가상공간에서 보여지는 캐릭터의 행동들의 실제감이 떨어지는 경향이 있다.

### III. Spatial Information Based Modeling

시뮬레이터는 현실 공간의 사용자와 오브젝트 데이터를 기반으로 모델링 되었다. 사용자 행동 데이터들을 기반으로 카테고리화하여 사용자 행동모델링하고, 센서를 통해 수집가능한 공간과 오브젝트 데이터를 기반으로 공간모델링을 하였다. 공간정보 기반의 모델링은 시뮬레이터 구현을 위한 것으로 이를 기반으로 행동타입의 추론이 가능하다. 그림 2는 전체적인 제시방법의 접근절차를 보여주는 개괄도이다.

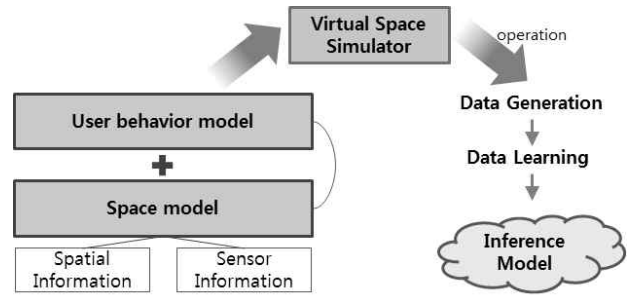


Fig. 2. Overview of the approach method

#### 1. User behavior modeling

가상공간에서는 가상의 캐릭터가 이동을 하며 현실공간의 사용자의 행동을 대신한다. 그래서 사용자 행동 모델링은 현실공간의 사용자의 행동특성 정보를 기반으로 한다. 사용자 행동 정보는 데이터의 신뢰도 확보를 위해 국민의 생활방식과 삶의 질을 측정하기 위한 기초자료 제공 목적으로 정부주도로 1999년부터 5년 주기로 시행되고 있는, 생활시간조사 통계자료를 참고하였다.[16] 생활시간조사는 조사 대상자가 속해 있는 가구와 응답자 개인의 일상생활에 대한 조사이다. 시간일지를 통한 자기기입식 조사로 10분 간격으로 설계된 시간일지에 자신이 한 행동을 일기를 쓰는 것과 같은 응답방식을 취한다. 일상생활에서의 행동종류와 그 세부행동 그리고 사용 시간 등의 파악이 가능하다. 생활시간조사의 행동분류표를 바탕으로 야외활동, 자기계발 학습행동, 여가생활 등을 제외하고, 공용주거공간에서 일상생활 행동을 중심으로 분류하였다. 제외된 행동들은 일상생활 보다는 사회관계적인 목적의 타인과의 상호작용이 포함되는 행동으로, 지금 단계에서는 고려되지 않았다. 사용자 행동 분류에 따른 행동타입의 결과는 표 1과 같다.

Table 1. User Behavior Type

Classification	Behavior Type
Food Preparation and Cleanup	Meal Preparation
	Clean up after Meals
Meals and Snacks	Meals
	Snacks
Cleaning and Organizing	Cleaning
	Cleaning Products
Personal Care	Wash
	Using the Toilet
Sleep	Sleep
	Nap
Appearance Management	Dressing Change
	Make Up
Apparel Management	Laundry
	Organize Clothes
Leisure Activities	Reading
	Watching TV
	Using a Computer
	Rest

사용자 행동모델을 설계함에 있어서 반드시 고려되어야 할 것은 행동을 분류하기 위한 특징의 명확한 기준제시가 어렵다

는 것이다. 예를 들면 ‘식사’라는 행동의 행동타입을 분류하려고 할 때 행동의 시작점과 종료지점을 명확하게 구분이 가능하여 준거틀을 명확하게 정의하는 것에 대한 어려움이 생긴다. 이처럼 행동을 정의하는데 있어서 기준점이 모호하다는 문제가 있지만, 이 같은 문제는 특징선택 실험을 통해 가변적 행동들의 특징을 범주화 시키는 작업을 함으로써 행동추론결과의 정확도를 높였다. 이는 시뮬레이터 구현을 위해 수행한 특징선택실험 관련 내용을 통해 설명한다.

분류에 사용된 정보의 특성상 행동타입 결과들은 일상생활이 이루어지는 거주공간에서의 행동들로 분류되었다. 그렇기 때문에 가상공간 구현은 공용주거공간의 형태를 가지는 것이 가장 적합하다고 판단되었다. 가상공간에서의 캐릭터가 공간을 이동하면서 사용자 행동정보를 수집하는 형태로, 공용주거공간에서 이동 가능한 캐릭터는 1인으로 제한한다. 사용자 행동분류에 있어서 사용자간 상호작용과 관련된 정보는 제외하였기 때문이다. 그렇기 때문에 단일 사용자 행동모델이 높은 정확도를 가지고 있어야하는 것은 필수이다.

## 2. Space modeling

공간모델링이란 시뮬레이터에서 가상의 캐릭터가 존재하는 공간구현을 위한 것으로, 현실공간의 정보와 해당 공간에 존재하는 오브젝트 정보를 가지고 있다. 현실공간과 유사한 형태의 가상공간 설계를 위해서는 실제 공간에 대한 이해가 필요하다. 본 논문에서는 일반적으로 적용이 가능한 기존의 거주공간관련 연구들을 기반으로 공용주거공간을 대상으로 하는 실험을 진행하였다. 공용주거공간이란, 거주 공간 내에서 개인이 주로 활동하는 사적인 공간이 아닌, 가족구성원 또는 동거인과 공동으로 사용되는 공간을 의미한다. 공간정보 모델링은 사용자 행동정보를 생성하기 위한 가상의 공간구현을 목적으로 사용자, 센서, 오브젝트 등이 상호작용 중에 발생하는 정보 수집을 위한 인터페이스를 설계한다. 시뮬레이터에 적용될 공간디자인은 아래의 그림 3과 같다.

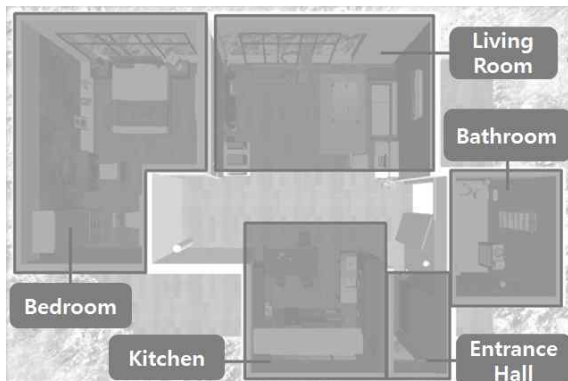


Fig. 3. Design for Part of Living Space

주거공간은 생활에 필수적인 행동이 이루어지는 사적인 공간으로 개인적인 사회·문화적 특성이 나타나게 되는 인지적 공간으로써 존(zone)의 개념적 특성이 있다. 현실의 공간이 동일하더라도, 사용자에 따라 다른 인지적 공간으로 정의된다. 예를 들면 같은 주방공간이더라도, 식탁을 식사를 하는 공간으로 인지하는 사람이 있는 반면에, 책을 읽거나 여가생활을 즐기는 공간으로 인지하는 사람도 있다. 이러한 개념적 특성을 반영하여 본 논문에서는 공간을 개인의 공간 사용 목적성에 따른 세부영역으로 공간특화영역, 체류영역, 편의 영역으로 구분된다. 즉, 목적성을 가진다는 것은 원하는 행위를 위해 특정한 가구 또는 디바이스의 활용을 위한 목적이 있음을 나타내는 것으로 세부공간을 분류하는 기준의 가장 큰 특징을 차지한다[3]. 또한 세부공간을 특정 짓는 요소 중의 하나가 해당 공간에서 이벤트를 발생시키는 사용자의 행동을 유발시키는 오브젝트들을 아래의 표 2와 같이 분류하였다.

Table 2. Classification of User Behavior Type

Partial Space	Partial zone		
	Specialized zone	Retention zone	Comfort zone
Living Room	TV	Sofa	Light Computer
Kitchen	Gas Cooker Sink Refrigerator	Table Chair	Shelves Light
Entrance Hall	Shoes	Mirror Door	Shoe rack Light
Bathroom	Toilet	Mirror Bath Washstand	Cabinets Light
Bedroom	Bed	Desk Vanity Chair	Closet Lamp

공간디자인은 가상공간 인터페이스를 설계하기 위한 기초단계로, 사용자의 행동패턴 추론에 필요한 요소들을 찾아내는 역할을 한다. 그리고 공간에서의 사용자와 오브젝트를 통해 발생하는 데이터를 수집하기 위해서 가상의 센서를 가상공간 내에서의 사용자의 위치, 오브젝트 상태 또는 이벤트 발생 정보 등의 정보가 있다. 수집할 정보의 유형에 따라 탑재될 센서의 종류 및 설치 위치에 차이가 생긴다. 현실공간에 직접 설치하기 보다는 시뮬레이터를 통해 가상의 시나리오로 테스트를 수행하면서 사용될 센서의 종류나 위치 정보, 해당 센서를 통해 얻게 될 습득정보의 종류를 파악 할 수 있다.

세부 공간들은 사용자가 출입하는 목적에 따라 부합되는 오브젝트를 가지고 하였다. 표 3에서는 구현된 가상공간 인터페이스에 포함된 센서와 해당 센서를 통해 습득 가능한 정보를 분류한 것이다.

Table 3. Information of Sensor

Type	Information
Camera Sensor	User's current location
Current Sensor	Check Use digital devices
Pressure Sensor	Check Use chair and sofa
Contact Sensor	Check door open
Temperature Sensor	Temperature

현재 단계에서는 사용자와 오브젝트를 인식하고 단순한 형태의 정보를 제공하는 정도의 제한된 기능을 수행한다. 예를 들면, 전류센서를 통해 TV의 on/off상태 정보를 습득하거나, 접촉센서를 통해 냉장고의 문의 열림/닫힘 상태 정보를 습득하는 정도의 단순 정보 습득만 가능하게 간소화 하였다.

### IV. Simulator Application

사용자의 행동을 추론하기 위해서는 각각의 행동별로 충분한 양의 데이터가 필수적이면서도, 사용자 행동별로 데이터 수집이 용이하도록 설계를 하였다. 그림 4는 행동 추론을 위한 공간정보 기반 시뮬레이터를 구동하였을 때, 데이터의 흐름을 보여주는 데이터 플로우 다이어그램이다.

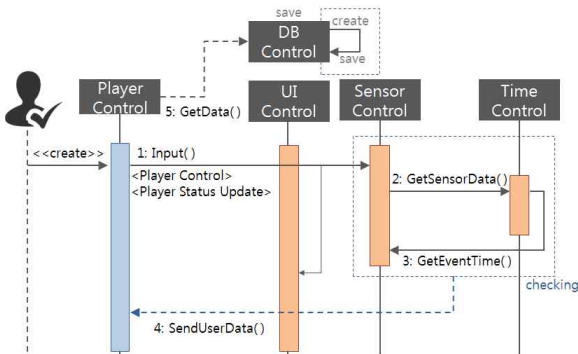


Fig. 4. Data Flow Diagram



Fig. 5. User Interface for Virtual Space Simulator

그림 5는 관리자 설정모드로 행동정보 수집을 위한 행동 정보 세팅 메뉴로, 시뮬레이터에서 현재 수행하고자 하는 행동과 이전행동을 설정한다. 가상의 캐릭터는 마우스와 키보드로 조작이 가능하고, 캐릭터의 이동 정보 및 상태 정보들은 오른쪽 하단에 상태 메시지로 표시되어 오퍼레이터에게 정보를 시각화 시켜 보여준다.

그림 6은 시뮬레이터 동작 예시를 보여주는 화면이다. (a)는 시뮬레이터를 동작시켰을 때, 캐릭터의 이동 시작점으로 거실 공간을 시작점으로 세팅되어있다. 구현된 가상공간에서 공간간의 이동의 기준점을 거실로 보았다. 예시화면은 식사 후 정리를 하는 행동을 수행하는 데이터 수집을 목적으로 오퍼레이션 하는 모습이다. (b)는 캐릭터가 식사 행동을 하기 위해 이동을 하는 것이고 이때, 이동하고 있는 공간 정보, 이동시간 등의 데이터가 수집된다. (c)는 식사로 분류되는 행동을 할 때 사용자의 상태는, '주방'에 '앉아서' '식사'를 하고 있는 중이다. 이때 식사하는 시간을 단축키로 조정하여 시간의 흐름을 빨리 해준다. 예를 들면, 식사를 30분하는 사람인 경우, 30분 동안 식사를 하는 행동을 하며 대기하는 것이 아니라 시간 흐름을 빠르게 조작하여 넘긴다. (d)는 식사를 마친 후에 '설거지 및 식후'정리를 하는 모습으로 종료버튼을 누르면 시뮬레이션이 종료된다. 그리고 수집된 데이터들은 그림 7과 같이 별도의 DB에 저장된다.

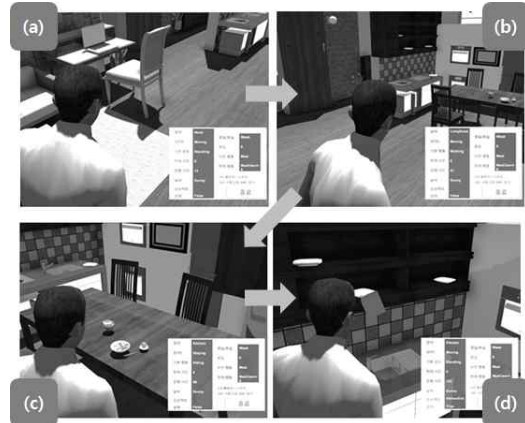


Fig. 6. Operating Simulator  
(a)Start (b)Move (c)Meal (d)Clean up after Meals

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	object	objStatus	basic	area	InArea	time	doingTime	weather	weekday	temperature	prekActivity	activity
2	40	0	0	4	1	8	5	0	0	15	17	15
3	40	0	3	4	1	8	7	0	0	15	17	15
4	40	0	0	4	1	8	8	0	0	15	17	15
5	40	0	3	4	1	8	9	0	0	15	17	15
6	40	0	0	4	1	8	11	0	0	15	17	15
7	40	0	3	4	1	8	13	0	0	15	17	15
8	40	0	3	4	3	8	15	0	0	15	17	15
9	40	0	3	4	2	8	15	0	0	15	17	15
10	40	0	3	4	3	8	15	0	0	15	17	15

Fig. 7. Collected Data Sheet

DB에는 이벤트가 발생한 시간으로 순차적으로 보관된다. 이 같은 방식으로 수집된 데이터들은 복잡도가 높은 상태의 정보들로 이를 낮춰주는 작업이 필요하다. 순차적으로 수집된 데이터들은 다양한 특징들을 가지고 있으며, 오브젝트가 추가 될 때 마다 특징이 추가된다. 사용자의 행동의 카테고리를 결정해주는 특징들은 표 4와 같이 분류 할 수 있다.

Table 4. Classification of User Behavior Classify

Classification	Feature
Location	Partial Space of Current Position
	Partial Zone of Current Position
Behavior	Previous Actions
Object	Object ID
	Object Status
Time	Event Time
	Execution time of actions
Environment	Temperature
	weather
	Weekdays, weekend

오브젝트가 추가 될 때마다 복잡도가 점점 높아지게 되지만, 행동을 분류할 때 모든 특징들이 필요한 것은 아니다. 복잡도를 낮추는 방법으로 특징추출을 하여 선택된 특징의 부분집합을 사용하는 방법으로 문제를 해결하였다. 특징추출은 전체데이터를 통해 최적의 부분집합을 찾아내는 k-fold cross validation 방법으로 분류하였다. 전체 실험데이터를 k등분하여 나누고, k 개의 부분집합이 생성된다.(k=10) 부분집합중 하나의 집합은 비교 검증데이터로 사용하고 나머지 k-1개의 부분집합들은 학습데이터로 사용하고, 이를 k번만큼 반복하는 방법이다. 비교 검증하는 한 개의 부분집합으로 테스트를 반복해서 얻어진 평균값으로 분류 정확도를 얻을 수 있다. 그 결과는 표 5와 같다.(N=4,159)

Table 5. Result of Property Select Test

Ranking	Point	Subset
1	0.96369	Object Object Status Partial Space Event Time Previous Actions
2	0.96165	Object Object Status Partial Space Time weather Previous Actions
3	0.96042	Object Object Status Partial Zone Event Time weather Previous Actions

상위 세 개의 부분집합의 구성 중에서 부분집합에 포함된 특징의 수가 적고, 정확도가 높은 부분집합을 사용하는 것이 실험 결과의 시뮬레이터의 성능을 최적화 시킬 수 있는 것으로 판단하였다. 특징추출의 신뢰도를 확보하기 위해 시뮬레이터를 통해 추론된 결과의 정확도를 검증하는 실험을 하였다. 그 결과 학습에 사용된 가장 분류 정확도가 높은 특징을 가지는 것은 오브젝트, 오브젝트 상태, 세부 공간, 현재시간, 이전행동의 특징들로 이루어진 부분집합으로 나타났다. 각각의 특징들의 집

합을 이루는 특징의 수가 적으면서 정확도가 높은 부분집합을 찾아내는 것이 경험정보 수집에 효과적이라는 것을 보여준다. 다양한 정보를 포함하는 사용자 경험정보의 특징의 정보들을 최적화 시켜주는 것이 정보의 복잡도를 감소시켜주는 기능을 한다.

구현된 시뮬레이터는 추론의 순기능의 특성을 가지고 있으며, 학습을 통해 현재 시점 이후 확률적으로 가장 높은 행동을 할 것으로 예상되는 행동을 추론하여 보여준다.

두 가지 특성으로 데이터의 집합을 분리할 수 있는 기준점을 찾아주는 선형 알고리즘 SVM(Support Vector Machine)을 사용하였다. SVM학습에 사용되는 데이터들은 계층적이지 않으면서도, 서로 연관성을 가지고 있지 않지만, 각 데이터들이 수치형 데이터일 경우에만 학습이 가능하다. 범주형 데이터를 사용할 때에는 수치로 변환하여 학습이 가능하기 때문에 관련 데이터를 수치로 변환하여 사용하였다. 학습된 데이터와 시뮬레이터를 통해 수집된 현재시점의 데이터를 SVM을 통해 분류되어 현재 수행한 사용자의 행동이 추론된 결과가 나온다. 이는 표본 실험을 통해 검증하고자 한다.

성별, 직업, 나이와 무관하게 성인을 대상으로 표본을 모집하여 모의실험을 진행하였다. 무작위로 2명을 선출하여 사전에 시뮬레이션 사용법교육을 실시하고 타인과의 커뮤니케이션이 통제된 공간을 구축하여 실험을 실시하였다. 추론된 결과의 정확도는 데이터마ining 기법중의 하나인 Weka를 사용하여 측정하였다. 각 행동별 사용자 행동 추론의 정확도는 표 6과 같은 결과를 얻었다. (N=13,745)

Table 6. Inference Accuracy about Using Weka

Behavior	Accuracy Ratio	
	sample 1	sample 2
Meal preparation	0.982	0.967
Clean up after meals	0.957	0.912
Snacks	0.938	0.845
Cleaning	0.979	0.964
Cleaning products	0.904	0.887
Wash	0.894	0.895
Using the toilet	0.791	0.935
Dressing change	0.894	0.845
Make up	0.871	0.937
Organize clothes	0.758	0.875
Reading	0.972	0.967
Watching TV	0.892	0.942
Using a computer	0.824	0.938
Rest	0.78	0.804

추론결과의 정확도를 검증해본 결과, 표본 1, 2가 공통적으로 90%이상의 정확도를 보이는 행동 중에서 식사준비, 청소, 독서, 트레드밀사용, 식후 정리 순으로 높게 나왔다. 결과적으로는 각 표본의 전체 행동 추론 정확도를 살펴보면, 표본 1의 정확도는 91.26%, 표본 2의 정확도는 92.73%로 추론의 결과가 유의미한 것으로 나타났다. 정확도가 높게 나온 행동과 비교

하여 상대적으로 정확도가 낮은 행동들은 실험표본의 개인별 특성에 따른 차이가 있을 것으로 예상된다.

정확도가 낮게 나온 행동 결과들의 행동패턴을 살펴 보면, 행동 수행 시 사용하는 오브젝트의 변동률이 높고, 세부공간의 이동률이 높게 나타났다. 이는 개인의 생활양식의 차이에 따라 다른 행동패턴이 드러난 것으로 보인다. 예를 들면, 표본 1의 경우 TV시청과 컴퓨터 사용이 표본 2에 비해 정확도가 낮은 편인데, TV를 대체 할 수 있는 스마트 폰이나 스마트 패드 등 대체가능 오브젝트가 증가하고 복잡도가 높아져 추론정확도에 영향을 미치는 것으로 보인다.

## V. Conclusions

본 논문에서는 복잡도가 높은 현실공간의 사용자 경험정보들을 기반으로 시뮬레이터를 통해 사용자 경험정보 최적화를 위한 방법론을 제시하였다. 행동 추론 결과의 정확도를 확인을 통해 설계된 모델의 신뢰도를 확보하였다. 현실공간의 사용자 경험정보들을 기반으로 복잡도를 낮추고자하는 시도로 추론의 결과가 평균적으로 높은 정확도를 보였지만, 보다 정확도가 높은 결과를 얻기 위해 추가 연구를 통해 보완이 되어야 한다.

이전의 시대에는 온 가족이 거실에 둘러앉아 TV를 보며 소통을 하던 시대라고 한다면, 이제는 같은 TV프로그램이더라도 아버지는 TV로, 딸은 스마트 폰으로, 아들은 컴퓨터로 보는 시대가 되었다. 1인 다매체 시대, 미디어 사용 행태가 스마트 디바이스들의 증가로 다양해지는 사회·문화적 현상들의 변화흐름은 무시할 수 없다. 향후 우리에게 영향을 미치게 될 지배적인 요소는 경제나 기술적인 문제를 뛰어 넘어 '인간'에 대한 근본적인 이해에 대한 문제가 지배적일 것으로 보고 있다. 공간디자인의 예를 들면, 필수적으로 고려되어야 할 요소들은 인간의 물적, 기능적, 기술적 측면보다는 심미적, 심리적, 행태적 욕구 충족에 더 많은 관심을 기울여야 한다는 것이다.

향후 연구를 통해 본 논문에서 제안하는 시뮬레이터를 고도화시켜, 사용자의 행동 특성 추론결과의 정확도를 높이고 주거 공간뿐만 아니라, 박물관, 전시관, 쇼핑몰 등 다양한 공간에 적용이 가능한 모델을 만들기 위한 기반으로 적용될 것으로 기대한다. 궁극적으로는 복잡도가 매우 높은 다중사용자가 존재하는 상황의 사용자 경험정보를 최적화 하는 방법론을 찾아내는 것이 목적이다.

## REFERENCES

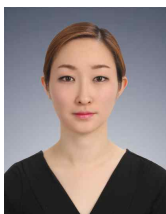
- [1] Park Sunju, "According to IT Development, UX paradigm change and Development prospects", National Information Society Agency, 2012.
- [2] Maurice Merleau Pont, Ryu Uigeun, "Phenomenologie de la Perception", Moonji Publishing, 2002.
- [3] Kwon Young Gull, "The Language for Space Design", Nalmadabook, 2011.
- [4] Shin Jihyung, Kim Yoonhwa, Ha Hyungsuk, Cha Bosun, Kin Minchul, "2014 Korea Media Panel Survey", Korea Information Society Development Institute, 2014.
- [5] Shin Dongkyoo, Shin Dongil, Hwang Guyoun, Choi Jinwook, Analysis and Prediction Algorithms in the Sate of User's Action Using the Hidden Markov Model in a Ubiquitous Home networks System, Korean Society For Internet Information, Vol. 12, No. 2, pp. 9-17, April 2011.
- [6] Lee Juhyun, Lee Hyunsoo, Developing a Context-Aware Inference Model for Ubiquitous Housing Environments, The Architectural Institute of Korea, Vol. 24, No. 2, pp.139-148, 2008.
- [7] Qiang Fu, Ping Li, Cai Chen, Lanlan Qi, Yongqiang Lu, Chen Yu, "A Configurable Context-Aware Simulator for Smart Home System", IEEE Trans, on Pervasive Computing and Applications, pp.39-44, 2011.
- [8] CASAS Project, <http://casas.wsu.edu/>
- [9] A. Helal, K. Cho, W. Lee, Y. Sung, J.W. Lee, and E. Kim. "3d Modeling and Simulation of human activities in smart Space", IEEE Trans, on Ubiquitous Intelligence & Computing and 9th International Conference on Autonomic & Trusted Computing, pp.112-119, 2012.
- [10] W. Mann, H. El-Zabadani, J. King, Y. Kaddoura, E. Jansen, "The Gator Tech Smart House: a programmable pervasive space", Computer, Vol. 38, No. 3, pp.50-60, March 2005.
- [11] Toyota Dream House 'PAPI' Project, <http://tronweb.super-nova.co.jp/toyotadreamhousepapi.html>
- [12] Christie N. Scollon, Chu Kim-Prieto, Ed Diener, "Experience sampling : Promises and pitfalls, strengths and weaknesses", Journal of Happiness Studies, Vol. 4, No.1, pp. 5-34, March 2003.
- [13] Rex Hartson, Pardha Pyla, "The UX Book: Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience", Morgan Kaufmann, 2012.
- [14] Jumphon Lertlakkhanakul, Choi Jinwon, Kim Miyun, "Building data model and simulation platform for spatial



interaction management”, ELSEVIER, Vol. 17, No. 8, pp.948-957, November 2008.

- [15] Jumphon Lertlakkhanakul, Do Sangrae, Choi Jinwon, “Developing a spatial context-aware building model and system to construct a virtual place”, Progress in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, pp. 343-358, 2006.
- [16] Statistics KOREA, “2009 Time User Survey”, 2010.

### Authors



Green Bang graduated the M.D course from the Soongsil University in 2011. She is in the Ph.D course at the Soongsil University at Seoul, Korea, in 2011-present. Ms. Bang joined the Department of Digital Media at Soongsil University, Seoul, Korea, in 2011-present. She is interested in UX, context cognition, artificial emotion and simulator design.



Ilju Ko graduated the Ph.D course from the Soongsil University in 1997. He is a professor at the Soongsil University at Seoul, Korea, in 2003-2010. Dr. Ko is currently a Professor in the Department of Global Media,

Soongsil University. He is interested in include content-based research, UX, and artificial emotion.