
사용자 인터페이스의 직관적인 인식 및 일관성 부여를 위한 인터페이스 매핑 및 생성 기법

Interface Mapping and Generation Methods for Intuitive User Interface and Consistency Provision

윤효석, Hyoseok Yoon*, 우운택, Woontack Woo**

요약 본 논문에서는 대상기기 및 서비스의 물리적 인터페이스 영상에 기반을 둔 인터페이스인 INCUI (Intuitively Natural and Consistent User Interface)를 제시한다. 물리적 인터페이스의 영상과 XML 형식으로 기술 되는 INCUI의 개념을 소개하고, 정의된 INCUI 템플릿을 통해 사용자 인터페이스 요소간 일관성 있는 매핑을 수행하는 방법을 설명한다. 또한 INCUI 형태의 사용자 인터페이스간 매핑을 위해 도메인 크기, 소스 및 타겟 인터페이스의 유형에 따라 선택적으로 세부 매핑 알고리즘을 선택하는 새로운 매핑 구조를 제안한다. 특히 기존 문자열 기반의 LCS (Longest Common Subsequence) 알고리즘의 단점을 보완하여 접두사/접미사/동의어 정보를 활용하는 확장된 유사도 계산 알고리즘을 적용하였다.

Abstract In this paper we present INCUI, a user interface based on natural view of physical user interface of target devices and services in pervasive computing environment. We present a concept of Intuitively Natural and Consistent User Interface (INCUI) consisted of an image of physical user interface and a description XML file. Then we elaborate how INCUI template can be used to consistently map user interface components structurally and visually. We describe the process of INCUI mapping and a novel mapping method selection architecture based on domain size, types of source and target INCUI. Especially we developed and applied an extended LCS-based algorithm using prefix/postfix/synonym for similarity calculation.

핵심어: *INCUI, user interface, consistency, mapping, mobile computing*

본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었음

*주저자 : 광주과학기술원 정보기전공학부 박사과정 e-mail: hyoon@gist.ac.kr

**교신저자 : 광주과학기술원 정보통신공학과 교수 e-mail: wwoo@gist.ac.kr

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 같은 미래형 컴퓨팅 환경은 사용자에게 다양한 서비스를 적시적지에 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 서비스를 제공하기 위한 방법으로 사용자의 조건에 맞는 서비스를 자동화하여 제공하기도 하고, 사용자의 직접적인 선택에 따라서 선별적으로 서비스를 제공하기도 한다. 하지만 제공되는 서비스의 수가 기하급수적으로 늘어남에 따라 서비스를 사용하는 사용자 입장에서 좀 더 편리하고 직관적으로 사용할 수 있는 방안이 요구되고 있다.

현재 우리 주변 환경에는 이미 많은 수의 기기 및 서비스가 배치되어 있다. 또한 미래형 컴퓨팅 환경에서는 환경에 편재하는 서비스의 종류와 수가 다양해지기 때문에, 이들 서비스와 사용자가 어떻게 상호작용을 할 것인지에 대한 연구가 필요하다. 기존 연구에서는 사용자에게 상황과 용도에 따른 개별적으로 분리된 다른 인터페이스를 제공하는 방식이 사용되었다. 이로 인해 사용자는 선택의 여지가 없이 다수의 인터페이스를 사용해야 하는 불편함을 감수해야 하고 그 수가 늘어남에 따라 각기 다른 인터페이스 학습에 필요한 시간 또한 증가하게 된다. 이런 문제를 해결하기 위해 하나의 통합적인 기기 (universal interaction device) [1]를 선정하여 추상적이고 통일된 인터페이스에서 다 수의 장치와 서비스를 제어하는 연구가 진행되었다.

특히 모바일 기기를 이런 목적으로 사용하는 연구는 최근에 다양하게 진행되고 있지만 [1][2], 기본적으로 이런 접근 방식은 제어 (control) 및 문제 해결 (problem solving) 관련 과업에서 효율적인 반면, 일상생활의 과업 (everyday task)을 수행 시에는 기존의 친숙한 물리적 인터페이스 (traditional interface)가 사용자에게 선호되었고 효율성 또한 상대적으로 높았다 [3]. 이런 접근 방식은 일련의 규칙에 의거하여 인터페이스를 인위적으로 배치하거나 변경하기 때문에 기존의 인터페이스에 대한 일관성을 잃게 된다. 더불어 공통된 기능을 수행할 수 있도록 많은 수의 인터페이스 구성 요소를 일방적으로 제공하기 때문에 현 시점에 선택된 서비스에 따라 불필요하거나 사용되지 않는 요소가 생기기도 한다. 또한 여러 기능을 집합적으로만 구성하면 인터페이스의 심미적인 부분이 고려되지 않기 때문에 물리적 인터페이스가 지니는 고유의 심미감과 구조적 일관성에서 사용자에게 혼란을 야기할 수 있다. 따라서 사용자에게 다 수의 서비스 및 장치를 제어할 수 있는 기능과 더불어 제공되는 인터페이스의 기능적 구조 및 심미적 일관성을 제공하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 사용자가 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 모바일 기기를 통해 사용할 수 있는 직관적이고 일관성이 있는 사용자 인터페이스로 INCUI (Intuitively Natural and

Consistent User Interface)를 제안한다. 제안하는 사용자 인터페이스는 터치 상호작용의 장점과 기존 인터페이스의 장점, 그리고 시각적 및 구조적 일관성을 위해 물리적 인터페이스의 영상과 인터페이스 구성요소를 XML로 구성한다. 이렇게 생성된 인터페이스를 통해 사용자의 직접적인 조작을 지원하여 일상생활에서 다 수의 장치와 서비스를 제어할 수 있게 한다. 또한 새로운 인터페이스의 기능을 사용자가 이미 친숙한 인터페이스에서 사용할 수 있도록 도메인 크기와 인터페이스 유형에 따라 세부 매핑 기법을 선택하는 새로운 매핑 구조를 제안한다.

2. INCUI

INCUI의 기본 개념은 제어하고자 하는 대상 기기 또는 서비스의 물리적 인터페이스 (physical interface)를 사용자의 모바일 기기에서 재구성하여 사용자가 물리적 인터페이스를 사용할 수 없는 경우에도 동일한 형태의 인터페이스를 모바일 기기에서 일관성 있게 사용할 수 있게 하는 것이다. 사용자가 친숙한 기존의 물리적 인터페이스에 기반을 두고 구조적 및 기능적으로 동일한 동작을 지원하기 때문에 자동적 또는 임의로 재구성된 인터페이스보다 직관적이고 자연스러운 상호작용을 가능케 한다.

2.1 INCUI 구성요소

INCUI를 구성하는 요소는 그림 1과 같이 대상 기기의 물리적 인터페이스에 해당하는 영상과 인터페이스의 구조적, 기능적 요소를 기술하고 있는 XML 인터페이스 기술 파일로 구성이 된다.



그림 1. INCUI 개념도

물리적 인터페이스 영상은 모바일 기기의 스크린에 맞추어 조절이 되기 때문에 크기와 해상도에 제한을 두고 있지는 않지만, 모바일 기기와 무선 통신 환경에서 원활히 동작할 수 있는 작은 크기의 영상이 권장된다. XML 기술 파일에서는 INCUI의 서비스 유형, 영상 파일의 크기, 영상 파일의 웹 주소, 인터페이스 구성 요소 또는 개별 기능 수, 영상

에서의 각 인터페이스 구성 요소의 명칭 (name), 설명 (description), 위치 (coordinate) 및 실행 명령 (commands)을 포함한다. INCUI의 기본 개념과 구동되는 전체 프레임워크는 이전 연구 [4]를 따르며, 본 연구에서는 두 개의 다른 INCUI간의 매핑을 할 수 있는 매핑 구조 및 기능을 중점으로 설명한다.

2.2 INCUI 매핑

앞에서 소개한 INCUI는 각각의 인터페이스가 실제 물리적 인터페이스와 시각적, 기능적 및 구조적으로 일관성을 지니는 형태로 제공되어 사용자가 직관적이고 자연스럽게 사용할 수 있도록 한다. 하지만 다수의 INCUI가 있을 때, 또는 사용자가 익숙하지 않은 새로운 형태의 INCUI가 제공될 때에는 다른 접근 방식이 필요하다. 따라서 사용자에게 새로운 형태의 INCUI가 제공되는 시점에는 기존에 사용한 경험이 있는 유사한 형태의 INCUI로 매핑을 하여 새로운 인터페이스를 학습하지 않고도 대부분의 기능을 기존의 익숙한 인터페이스에서 수행할 수 있는 매핑 기법을 제공한다. 이 매핑 기법은 결국 주어진 소스 INCUI 기술 파일을 사용자가 친숙한 타겟 INCUI 기술 파일로 매핑하는 일종의 스키마 매칭 [5][6] 문제로 볼 수 있다. 입력으로는 INCUI 소스 및 타겟 기술 파일, 그리고 부가적인 컨텍스트 정보를 받아들이고, 이 정보에 따라서 세부 매핑 기법이 선택되고 최종적으로는 매핑된 INCUI가 출력된다. 본 연구에서는 그림 2와 같은 매핑 구조를 사용하여 INCUI 매핑을 세 가지 대표적인 경우로 분류하고, 각각의 경우에 따라 세부적으로 다른 유사도 비교를 수행하는 매핑 구조를 제안한다.

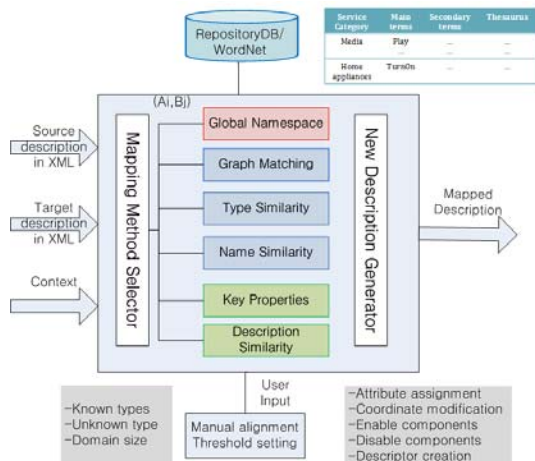


그림 2. INCUI 매핑 구조

분류된 세 가지 경우는 매핑의 대상이 되는 도메인의 크기, 인터페이스 유형이 미리 정의된 (pre-defined) 경우, 그리고 정의되지 않은 새로운 유형 (unknown type) 인 경우로 구분하여 진행된다. 외부적으로는 데이터베이스 또는

Repository를 통해 매칭에서 사용할 수 있는 서비스 유형 정보, 어휘 데이터베이스, 동의어 사전 등을 참고하여 유사도를 결정한다. 매핑 구조에서 볼 수 있듯이 매핑을 수행하고자 하는 소스와 타겟 INCUI 정보 및 컨텍스트 정보를 통해 매핑 기법을 선택한다. 그 조건은 매핑이 수행되는 도메인의 크기가 일정 경계치 이하면 (예를 들어 미디어 서비스 인터페이스 도메인에서 정의된 인터페이스의 수가 10 이하면) 작은 범위에서 비교가 가능한 기법을 사용하게 된다. 경계치 이상의 큰 도메인인 경우에는 매핑을 수행하고자 하는 소스 INCUI의 유형에 따라 결정된다. 이미 정의된 유형의 인터페이스를 매칭하거나 새로운 유형의 서비스 인터페이스를 매핑하기 위해서는 각기 적합한 비교 기법을 사용한다. 이를 통해 비교하는 인터페이스 구성 요소가 유사한지가 결정되면, 이 정보를 토대로 새로운 기술 (Description) 과 인터페이스를 생성한다. 각각의 매칭 기법은 다음 절에서 설명한다. 그림 3은 INCUI 매핑 구조를 통해 수행되는 단계를 나타낸다.

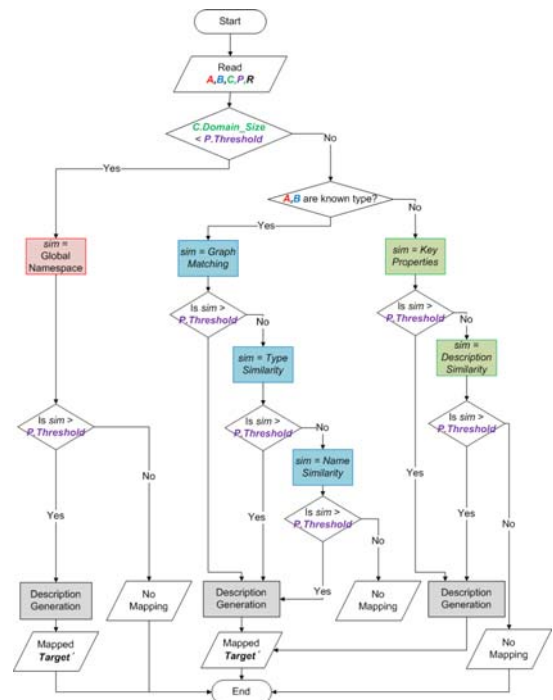


그림 3. INCUI 매핑 흐름도

2.3 매핑 유형 분류

우선적으로 고려되는 매핑 유형은 매핑 대상의 도메인 크기에 따라 결정된다. 매핑 방법 중 가장 간단하면서 빠르게 수행될 수 있는 것은 주어진 작은 범위 내에서 모든 대상을 비교하는 방법이다. 하지만 이 방법은 비교 대상이 많아질수록 수행시간이 길어진다는 취약점이 있다. 따라서 매핑에 앞서, 입력으로 들어오는 컨텍스트 정보를 기반으로 매핑이 수행되는 도메인의 크기에 대한 비교를 우선적으로 수행한다.

작은 도메인 내부에서는 전체적인 비교가 수행되고, 큰 도메인에 대해서는 좀 더 세분화된 비교 방법이 수반된다. 이 부분에서 사용되는 비교 기법으로는 Global Namespace¹⁾ 기법으로 하나의 공통된 데이터 집합과 입력을 비교하는 방법이다.

두 번째 매핑 유형은 도메인 크기가 경계치보다 큰 경우에 세부적으로 다양한 형태의 방법으로 매핑을 수행한다. 입력으로 들어오는 소스와 타겟 INCUI가 외부 리소스에서 이미 정의된 유형의 서비스로 확인되면 이 정보를 토대로 매핑을 수행한다. 이 경우는 소스와 타겟이 물리적으로 명확한 가전기기와 같은 경우로 이 알려진 유형에 대해서 우선적으로 Graph Matching²⁾을 통해 비교 범위를 줄이고, 기술된 유형의 유사도를 비교하는 Type Similarity 또는 개별 인터페이스 구성 요소 속성의 명칭을 비교하여 유사도를 계산하는 Name Similarity 등의 기법이 사용된다. 수식1과 같이 INCUI 소스 A에 대해서 INCUI 타겟 B에 대한 매핑이 수행될 때에, 타겟 B의 N_b 개의 각 name 속성에 대해서 소스 A의 N_a 개의 각 name 속성과 비교하게 되고 가장 높은 유사도를 가진 속성들의 합을 사용자가 지정한 임계치와 비교하여 매핑을 수행한다. 각 속성을 단순 문자열로 비교하면 많은 단점이 있기 때문에 문자열의 접두사 (prefix)와 접미사 (postfix)로 나누어 비교하고 동의어 (synonym)를 찾아 다시 비교하는 확장된 유사도 계산 알고리즘1을 사용한다.

$$\sum_{i=0}^{N_b} \operatorname{argmax}_{j=[0, N_a]} \text{NameSim}(B[i].\text{name}, A[j].\text{name}) \quad (1)$$

알고리즘 1. LCS 기반 접두사-접미사-동의어 비교

입력: 두 개의 문자열 A, B;
출력: 문자열 A, B의 접두사 유사도 sim1, 접미사 유사도 sim2, 동의어 유사도 sim3;

```

1: A_prefix = GetPrefix(A);
2: A_postfix = GetPostfix(A);
3: B_prefix = GetPrefix(B);
4: B_postfix = GetPostfix(B);
5: sim1 = FindLCS(A_prefix, B_prefix);
6: if ( sim1 == 1)
7:   sim2 = FindLCS(A_postfix, B_postfix);
8: end if
9: if ( sim2 < threshold )
10:  symList = GetSynonym(A_postfix);
11:  while ( symList ) // while symList is not empty
12:    sim3 = FindLCS( symList, B_postfix);
13:  end while
14: end if

```

마지막 유형은 기존에 정의되지 않은 유형의 서비스에 대한 매핑이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에는 물리적 인터페이스가 있는 서비스가 있는 반면, 인터페이스가 없거나 비가시

적인 서비스도 존재한다. 따라서 이러한 경우에는 일반적인 매핑이 수행될 수 없으며, 어떠한 기능이 제공되는지를 고려하여 매핑을 수행하여야 한다. 예를 들면 멀티미디어를 재생할 수 있는 새로운 형태의 스마트 윈도우 서비스를 사용하기 위해서, 기존의 TV 서비스에서 사용하는 미디어 제어 인터페이스 구성요소를 사용할 수 있다. 이 둘 간의 매핑을 수행하기 위해서는 각각의 인터페이스를 기술한 속성을 설명하는 Description Similarity나 중심 기능을 설명하는 Key Properties 등의 방법을 사용한다.

3. 구현 및 실험

본 논문에서 제안하는 INCUI 개념과 매핑 구조를 평가하기 위해 모바일 기기는 터치 스크린 기반의 UMPC를 사용하였다. 처음 매핑이 수행될 때에는 소스 INCUI와 타겟 INCUI의 영상 크기에 따른 변환이 수행되고, 그 후 XML 기술 파일에 기술된 속성들의 정보를 비교하여 매핑이 수행된다. 속성 비교 시에는 Name Similarity, Type Similarity, Description Similarity 등의 세 방법은 문자열 기반으로 유사도를 측정한다. 기본적인 Longest Common Subsequence (LCS)³⁾를 측정하여 각 속성에 대해 유사도를 계산하면 표1과 같다. 하지만 이런 단순 계산으로는 많은 문제점이 있다. Start와 Begin은 동의어이기 때문에 높은 유사도가 나와야하고 ChannelUp과 ChannelDown은 반대의 기능을 표현하고 있으며 TempUp과 TempIncrease는 같은 기능을 표현한다.

표 1. 기본적인 LCS 기반의 유사도 계산

속성 (Source)	속성 (Target)	LCS	유사도	비고
Start	Begin	-	0	같은 기능
ChannelUp	ChannelDown	Channel	0.78	반대 기능
TempUp	TempIncrease	Temp	0.67	같은 기능

앞서 제시한 알고리즘 1을 적용하면 속성을 비교시에 접두사와 접미사로 구분하여 비교하고 접미사에 대해서 외부 리소스에서 획득된 동의어와 비교를 하기 때문에 위와 같은 문제를 해결할 수 있다. 우선적으로 주어진 속성을 접두사와 접미사로 구분을 하며, 각각의 접두사와 접미사에 대한 유사도를 계산한다. 또한 접두사가 같은 경우에도 접미사에 대해서 유사도 계산과 동의어 계산을 통해 유사도 계산의 신뢰성을 높인다. 표 2는 TempUp과 TempIncrease에 대해서 접두사-접미사로 구분하여 비교한 것과 4개의 검색된 동의어 비교를 통해 TempUp과 TempIncrease가 매칭됨을 보여준다.

1) http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Namespace

2) <http://en.wikipedia.org/wiki/Matching>

3) http://en.wikipedia.org/wiki/Longest_common_subsequence_problem

표 2. 접두사-접미사/동의어/LCS기반 알고리즘 1의 유사도 계산

단계	속성 (Source)	속성 (Target)	LCS	유사도	비고
0	TempUp	TempIncrease	Temp	1	최종결과
1	Temp	Temp	Temp	1	접두사
2	Up	Increase	-	0	접미사
2-1	Add	Increase	-	0	동의어1
2-2	Raise	Increase	ase	0.38	동의어2
2-3	Extend	Increase	e	0.13	동의어3
2-4	Increase	Increase	Increase	1	동의어4

매핑이 성공적으로 수행되면 소스 INCUI에 포함된 실행 명령어가 타겟 INCUI의 명령어를 대체한다. 이렇게 매핑이 성공적으로 이루어진 INCUI 데이터 구조는 메모리상에 로딩이 되고, 모바일 기기의 화면에 맞게 변환된 INCUI 영상과 같이 모바일 기기에 디스플레이 된다. 그림 4는 매핑이 성공적으로 수행된 인터페이스 구성요소와 실패한 경우를 시각적으로 나타낸 그림이다. 매핑을 통해 물리적으로는 다르게 보이는 인터페이스인 경우에도 동일한 기능을 수행하는 인터페이스를 생성할 수 있다.



그림 4. INCUI 매핑 결과

4. 결론 및 추후연구

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다 수의 서비스에 대한 인터페이스 문제를 해결하기 위하여 모바일 기기 기반의 직관적인 사용자 인터페이스 개념인 INCUI를 설명하

고 이를 위해 다양한 매핑 기법을 도메인 크기 및 인터페이스 유형에 따라 선택적으로 수행하는 매핑 구조와 확장된 LCS 기반 유사도 측정 알고리즘을 설명하였다. 추후 연구에서는 매핑의 대상이 되는 소스 및 타겟에 따른 매핑 선택 기법 외에도 주어진 사용자의 인터페이스 사용 컨텍스트를 세분화 하여 사용자의 경험을 고려하는 방법과 WordNet [7]과 같은 웹기반의 외부 리소스의 어휘를 통합하여 활용하는 방법을 고려할 것이다.

참고문헌

- [1] C. Roduner, "The Mobile Phone as a Universal Interaction Device - Are There Limits?" Mobile Interaction with the Real World (MIRW 2006) Workshop, 2006.
- [2] R. Ballagas, J. Borchers, M. Rohs, J. G. Sheridan, "The Smart Phone: a Ubiquitous Input Device," IEEE Pervasive Computing, Vol.5, No.1, pp. 70~77, 2006.
- [3] C. Roduner, M. Langheinrich, C. Floerkemeier and B. Schwarzentrub, "Operating Appliances with Mobile Phones - Strengths and Limits of a Universal Interaction Device," In Proceedings of PERVASIVE 2007, LNCS, Vol. 4480, pp. 198~215, 2007.
- [4] H. Yoon, W. Woo, and S. Lee, "NVUI Framework: Natural View User Interface Framework for Consistent and Intuitive Appliance Control," International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality 2008, pp. 63~66, 2008.
- [5] P. Shvaiko and J. Euzenat, "A Survey of Schema-based Matching Approaches", Journal on Data Semantics IV, pp. 146~171, 2005.
- [6] W. Xue, H. Pung, P. P. Palmes and T. Gu, "Schema Matching for Context-aware Computing," In Proceedings of UbiComp 2008, Vol. 344, pp. 292~301, 2008.
- [7] WordNet, <http://wordnet.princeton.edu/>.